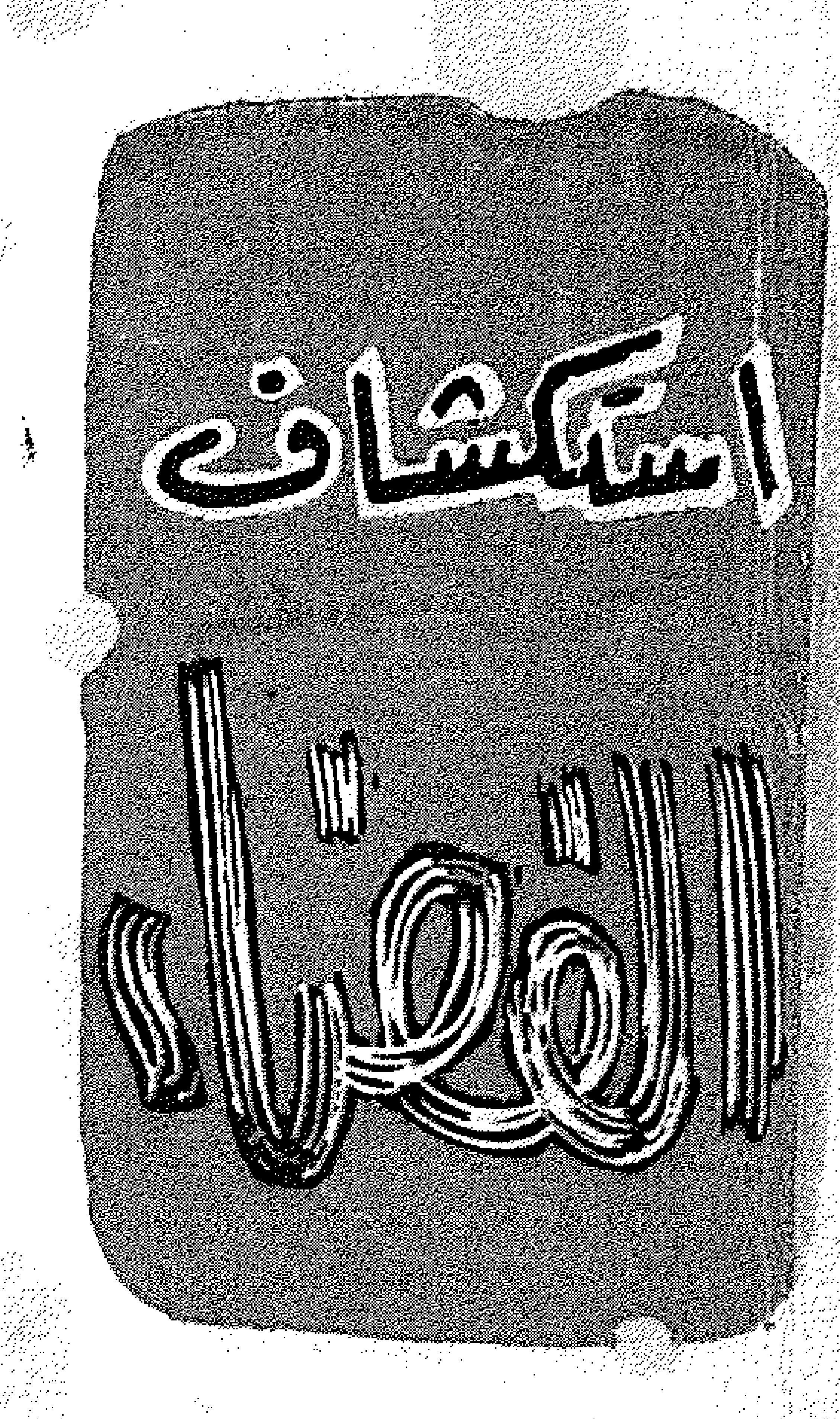
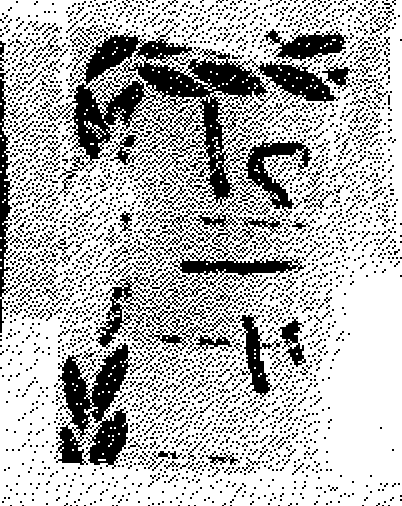
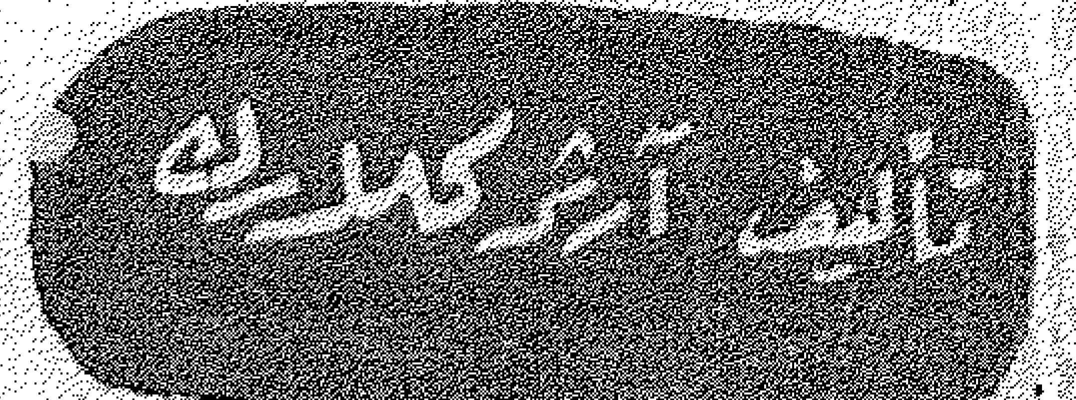




ترجمة الدكتور بطرس طوبي
راجعه محمد عاطف البرقوقي





الألف كتاب ٣٣٩

استكشاف الفضاء

تأليف

آرثر كلارك

ترجمة

الدكتور بطرس طومل

راجعه

محمد عاطف البرقوقي

الناشر

مؤسسة روز اليوسف

١٩٦٢

تصـدر هـذه السلسلة بمعاونة
المجلس الأعلى لرعاية الفنـون والآداب والعلوم الاجتماعيـة

الألف كتاب ٣٩٩

استكشاف الفضاء

باشراف
الادارة العامة للثقافة
بوزارة التعليم العالى

هذه ترجمة كتاب :

The Exploration of Space

تاليف

Arthur C. Clarke

مقـــدمة المراجع

هذا الكتاب ألفه عالم مشهود له بالكفاية العلمية هو (آرثر سي كلارك) رئيس الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب • وقد ظهر هذا الكتاب في سنة ١٩٥٢ أى قبل النجاح الفعلي في غزو الفضاء ، ذلك النجاح الذى بدأه علماء الاتحاد السوفيتى سنة ١٩٥٧ ، وكان لهذا النجاح دوى علمي عظيم امتد أثره من العلماء الى القراء وتبارت الدول في غزو الفضاء واشتدت المنافسة بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي وتوالت الانتصارات وانتشرت جمعيات السفر بين الكواكب وتطوع الرجال والنساء للتجارب العملية لتحمل الحرارة والبرودة والضغط والفراغ واللاجاذبية ، وأصبح الانسان قاب قوسين أو أدنى من الوصول الى الهدف من السفر الى القمر والكواكب•

وموضوعات هذا الكتاب حية طريفة ، فهى تشمل وصف الصاروخ وقواه الدافعة وأسس الانطلاق من الارض الىالفضاء وتتنبأ بمواصفاتسفينة الفضاء والسفر الى القمر وطرق الملاحة في الفضاء وابعاد وتركيب الكواكب الداخلية والكواكب الخارجية ومحطات الفضاء •• ووصفا للشمس والنجوم وهذه الموضوعات بلغت من الدقة العلمية ما أثار اعجاب العلماء ودهشتهم حيث جاءت تنبؤاته مطابقة للواقع الذى وصلنا اليه في سنة ١٩٦١ وهكذا شأن التنبؤات العلمية لا فى ميدان الفلك فحسب بل في كل فرع من فروع العلم •

ولهذا الكتاب مزاياه العديدة اذ طابقت تنبؤاته قبل سنة ١٩٥٢ الواقع الذى عرفناه في سنة ١٩٦١ وقد قام المترجم كطلب المجلس الأعلى بكتابة الفصلين الأخيرين عن السنةالدولية الجيوفيزيقية والصواريخ • والأقمار الصناعية لصلتها الوثيقة بموضوع استكشاف الفضاء •

(القاهرة فى فبراير ١٩٦٢)

مقدمة

كتب هذا الكتاب ليفى بالحاجة التى ازدادت وضـوحا بعـد نشر كتابى الأول « السفر بين الكواكب » منذ سنة تقريبـا • وقد كان المقصود بالكتاب الأول البحث الفنى ـ وان يـكن غير

اخصائى ـ لعلم السفر فى الفضاء • ولكن سرعان ما ظهـر أن الكتاب لقى اقبالا كبيرا بين قراء لا أشك انهم أقل اهتمـــاما بالتفاصيل الخاصة بنسب الكتلة أو اداء وقود الصـــواريخ أو ديناميكا المدارات •

واذن فقد اعد هذا الكتاب لفـــائدة أولئك الذين يهتمـون بكيف ؟ ولماذا ؟ فى علم السفر بالفضاء بينمـا لايرغبـون فى الدخول فى الكثير من التفصيلات العلمية • وانى أعتقـــد أن القارىء الفطن لن يجد فى هذا الكتاب ما يعجز عن فهمه : نعم ، قد يصادف فيه أفكارا غير مألوفة ، ولكن ذلك يرجع أصـلا الى طبيعة الموضوع وهو لن يكون فى حال أسوأ من حال الكثير من الأخصائيين فى هذا الصدد •

كما انني حاولت فى هـذا الـكتاب أن أغطى مجالا أوســع بكثير من الكتاب الســابق ، فقد حاولت أن أضــع فيه أجوبة واضحة لأسئلة مثل « ما هو الشكل الذى ستكون عليه سفينة الفضاء ؟ » و « ما الذى ننتظر وجوده على سطح الـكواكب ؟ » وفوق كل ذلك « ما الذى سنفعله عندما نصـل الى هنـاك ؟ »

ومن الواضح أن هذه الاجابات لا تزال مبنية فى الوقت الحاضر على أساس الضئيل من المعلومات المحددة ولا أشك أن الكثير منها سيبدو غريبا فى المستقبل القريب ، ولكن الموضوع كله بالنسبة للقارىء العادى سيبقى فى مجال النظريات البحتة ما لم تجر أى محاولة لبحث هذه النقاط • وقد يكتفى الأخصائيون بالرسوم البيانية والمعادلات ، ولكن اغلبنا يفضل طعاما أدسم •

لهذا لم أقصر فى استخدام خيال عند اللزوم • أما من يريدون بحثا كميا دقيقا فيستطيعون ان يجدوه فى « السفر بين الكواكب » • بيد أنى حاولت أن أبنى تكهناتى على أساس متين من الحقائق ، أو الاحتمالات المرجحة على أسوأ تقدير ، وأن أتجنب الاثارة لذاتها • وقد يجد بعض القراء ذلك عسير التصديق ـ خاصة عند مشاهدة اللوحتين الأولى والخامسة ـ ولكنها الحقيقة • فالسفر فى الفضاء موضوع مثير بحيث لايحتاج للمزيد من الزخرفة والتنميق ••

ويمكننا التأكد من أن أكبر تخيلاتنا جموحا ستقصر عن الحقيقة كثيرا كما حدث فى ماضى تنبؤاتنا العلمية ••

ولا أنتظر من جميع قرائى أن يقبلوا دون تحفظ كل ما اقترحه من احتمالات للمستقبل ، ولكنى أود أن أطلب الى أولئك الذين يجدون صعوبة فى قبول فكرة انشاء مستعمرات على القمر والكواكب ـ أطلب اليهم الاجابة على هذا السؤال : ما الذى سيطوف بخيال أجداد أجدادهم لو حدث أن زاروا بمعجزة ما مطار لندن أو مطار ايدلوايلد (IDLE WILD) فى يوم مزدحم •••• وشاهدوا الطائرات وهى قادمة من أركان الأرض الأربعة ؟ ولعل هذه الآية بالذات أكثر من أى شىء آخر يقدمه العلم الحديث كفيلة باقناع أى عقل متحيز بأننا الآن أقرب لسفن الفضاء منا لسفن البحر الأولى ••

وقد حاولت عند كتابة هذا الكتاب أن أسبق القارىء الى الاجابة على أى سؤال قد يخطر له • كما حاولت شرح كل ما يمكن شرحه فى كتاب بهذا الحجم • ويجب على القارىء أن يتقبل بعض المواضيع عن ثقة فسوف يجد مثلا ايضاحا صريحا لمبدأ عمل الصاروخ فى الفضاء ، بينما اذا أراد معرفة سبب الانكماشات الزمنية المذكورة فى الفصل السابع عشر فعليه أن يبحث فى كتب النظرية النسبية •

وعلم السفر فى الفضاء يثير أسئلة بعيدة تماما عن نطاق الفن الخالص ، وربما يفوق الطبيعة النووية فى هذا المجال ، فكثير من الناس يعترفون بامكان تحقيق السفر الى الفضاء وان كانوا لا يرون أى نتيجة لهذا السفر ، أو هم فى الواقع يتساءلون « لماذا كل هذا الاهتمام بالكواكب الأخرى ومازال لدينا الكثير مما يجب عمله على الأرض ؟ » • فالكثير من الناس اليوم قد سئموا « العلم من أجل العلم » واصبحوا ينظرون باستنكار قد يصل الى حد العداء الايجابى للامتداد فى قوة الانسان الذى يمثله السفر بين الكواكب ، ولهذا قمت فى الفصل الأخير بمحاولة لاظهار ما يمكن أن يساهم به علم السفر فى الفضاء لتقدم المدنية والسعادة النهائية لبنى البشر •

المؤلف

الفصل الأول

الحلم يتجسم

كان مجرد التفكير في السفر بين الكواكب مستحيلا بالطبع قبل التحقق من وجود كواكب أخرى غير الأرض ولقد تأخر هذا الاكتشاف كثيرا عما قد نظن نحن بما لدينا من المعلومات العلمية • فبالرغم من أن عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل كانت معروفة من أقدم العصور ، فلم تكن بالنسبة للقدماء أكثر من نجوم جوالة (والواقع أن كلمة كوكب فى اللغة الانجليزية planet تعنى متجولا) • أما ما الذى قد تكونه تلك النجوم فقد اختلف فى الاجابة على ذلك كل الفلاسفة • وقد صدق حدس أتباع فيثاغورس فى القرن السادس قبل الميلاد حين ظنوا أن الأرض إحدى هذه الكواكب • ولكن هذا الرأى الذى بدا مخالفا لكل الأدلة المحسوسة لم يقبل بصفة عامة • والحق أنه لم توجد فى ذلك الوقت سوى القليل من الأدلة التى أمكن الاتيان بها لتدعيم هذا الرأى • وهكذا

فان فكرة السفر بين الكواكب بمعناها الحرفي لدى القدماء لم تكن فكرة خيالية فحسب ، بل لم يكن لهـا أي معنى على الاطلاق •

ومع ذلك ، فبينما تبدو النجوم والكواكب نقطا مضيئة لا حجم لها ، فمن الواضح أن الشمس والقمر من نوع آخر • فبوسع أي انسان أن يرى أن لها حجما واضحا ، وأن على وجه القمر علامات يمكن تفسيرها كقارات وبحار ، ولذلك لم يكن مستغربا أن يعتقد الكثير من فلاسفة الاغريق ـ وليس الفيثاغوريون فقط أن القمر عالم آخر حقيقة • وقد قام بعضهم بتقدير حجمه وبعده عن الأرض بتقديرات جاء بعضها قريبا من الحقيقة • فما ان تم لهم ذلك حتى كان من الطبيعي أن يتكهنوا بما عسى أن تكون طبيعة القمر ، وهل يوجد على سطحه سكان أم لا ؟ فكان طبيعيا ـ أو هكذا يبدو لنا على الأقل ـ أن يكتب الكتاب قصصا عن السفر الى ذلك الكوكب المحوط بالغموض والجمال • ولكن في الواقع ، لم يتعرض من الكتاب الأقدمين لهذا الموضوع ـ الذي أصبح الآن كلاسيكيا ، الا واحد وهو لوكيان (Lucian) من جزيرة ساموس في القرن الثاني قبل الميلاد • فهو يقص علينا في كتابه المسمى « التاريخ الحقيقي »(!!) (True History) كيف أن بطل قصته قذفته نافورة الى القمر عندما كانت تسير سفينته في البحر وراء أعمدة هرقل ـ وهي منطقة كان يمكن

أن يحدث بها أى شيء كما كان الناس يعلمون جيدا فى ذلك الوقت .

أما فى كتابه الثانى ، فالبطل قد ذهب الى القمر عامدا ، بأن صنع لنفسه زوجا من الأجنحة كما فعل ايكاروس ، (Icarus) وانطلق الى القمـــر من قمـــه جبل أوليمبـــوس فلم يـــكن الناس فى عهد لوكيان بل وبعده بقرون عـديدة يدركون أن هناك فرقا أساسيا بين السفر فى الفضاء والطيران فى الهـواء . فكان من الطبيعى فى سنة ١٦٠ ميلادية أن يظن الناس أن المرء يمكنه الوصول الى القمر لو صنع لنفســه زوجا من الأجنحـة الصالحة للطيران .

أما بعد لوكيان ، فقد ظل موضوع السفر فى الفضاء فى زوايا النسيان مدة خمسة عشر قرنا تقريبا الى أن تجدد الاهتمـــام به فى جو ثقافى جديد يختلف كل الاختلاف عما سبق : اذ كان العصر الحديث قد بدأ ، وعرف الناس أن الأرض ليست مركز الكون ، وفوق كل ذلك فقد اخترع المنظـــار المقرب « التلسكوب » .

ومن العسير علينا ، والمنظار المقرب بين أيدينا أن نتصـــور علم الفلك عندما كانت جميع المشاهدات تتم بالعين المجردة . فنحن الآن نعتبر المنظار شيئا طبيعيا ، ولكن الواقع أنه لم تمض عليــه أكثر من ٣٠٠ ســـنة منـذ صوب غاليليــو (Galilèo منظاره البدائى الأول الى النجوم فكشف من أسرارها ما ظلت تخفيه عن كل انسان من مطلع التاريخ . وما أقل العلماء الذين

استطاعوا أن يجمعوا مثل هذا المحصول الكبير فى ذلك الوقت القصير كما فعل غاليليو . فقد استطاع فى عدة أسابيع أن يرى جبال القمر ووديانه فأثبت بذلك أنه جسم صلب . كما اكتشف أن الكواكب ــ بعكس النجوم ــ تبدو أقراصا واضحة . كما وجد أن أربع نقط مضيئة بالغة الصغر تدور حول المشترى كما يدور القمر حول الأرض . مما يستنتج منه أن المشترى (Jupiter) عالم له أربعة توابع كما أن للأرض تابعا واحدا وأن هذه التوابع تبدو صغيرة لعظم المسافة بيننا وبينها . وقد كان هذا هو أول كشف مباشر للأبعاد الكونية الحقيقية : فقد حاول الفلكيون سابقا تقدير أبعاد الكواكب بالطرق الرياضية ، ولكن الانسان استطاع أخيرا أن يحصل على أداة أمكنه بها أن يرى فعلا أعماق الفضاء . ومنذ تلك اللحظة كتب الفناء لنظرة العصور الوسطى للكون ــ تلك النظرة التى تصوره على شكل كرات بللورية متحدة المركز تحمل الكواكب بين السماء والأرض ، وتراجعت حدود الفضاء مسافات شاسعة الى الوراء . والواقع أنها مازالت تتراجع أمامنا حتى اليوم .

ليس غريبا اذن أن تظهر أول قصة جدية عن رحلة الى القمر فى غضون جيل واحد من اكتشافات غاليليو . ولكن الذى يبدو غريبا بعض الشىء هو أن يكون مؤلف هذه القصة هو أعظم فلكى فى عصره بل وأحد عظماء رجال الفلك أجمعين ، وهو يوهانس كبلر (Johannes Kepler) الذى كان أول من

اكتشف القوانين الدقيقة التى تتحكم فى حركة الكواكب والتى
ستتحكم مستقبلا فى حركات سفن الفضاء • وقد كتب كبلر فى
أواخر أيامه كتـــابه « فى المنـــام » Somnium وان يكن لم
ينشره • وقد قام فى هذا الكتاب بنقل بطله بطريقة ســـحرية
الى القمر ــ وهذه وان كانت تبدو خطوة رجعية من عالم مثله
الا أننا يجب ألا ننسى أن كبلر عاش فى عهـــد ما برح يؤمن
بالسحر ، حتى ان والدته نفسها اتهمت بالشــعوذة • على أن
الذى لا ريب فيه أنه لم يستعمل الوسائل الشيطانية للدفع الا
لأنه لم يكن يعرف أى وسائل طبيعية يمكن أن تقوم بهـــذه
المهمة • وكبلر وان يكن ــ بعكس ســلفه لوكيان ــ قد أدرك
جيدا انعدام الهواء بين الأرض والقمر ، فهو مع ذلك يعتقد أن
القمر قد يكون له غلاف جوى وسكان • وقد وصفه وصـــفا
مبنيا على المعلومات التى كشفها المنظار فكان لهذا الوصف أعظم
الأثر على كل الكتاب الذين اقتفوا أثره (بما فى ذلك هـ•ج•
(H.G.Wells) بعد قرنين ونصف قرن من الزمان)

نشر كتاب كبلر فى سنة ١٦٣٤ • وبعد ذلك بأربع سنوات
ظهرت أول قصة باللغة الانجليزية عن رحلة الى القمر ، وهى
قصة الأسقف جودوين (Godwin) « انسان فى القمر » •
وفى هذه القصة طار بطل جودوين المسمى دومنجو جونزالز
(Domingo Gonzales) الى القمر فى رمث تجره بجعات
مدربة ، وكان ذلك بمحض الصدفة فقد كان جونزالز يحاول

عرو الهواء لا الفضـــاء • ولكنه لم يكن يعلم أن بجعـه قد
اعتاد الهجرة الى القمر ـ الأمر الذى لم يسجله أى عالم عن
طباع الطير • وقد استغرقت هذه الرحلة الجوية الى القمر ١٢
يوما ولم يجد جونزالز أى صـعوبة فى التنفس وان كان قد
لاحظ اختفاء الوزن عندما ترك الأرض ، كما اكتشف عنـدما
وصل الى القمر أن قوة جذبه أضعف كثيرا حتى أمكنه أن يقفز
الى ارتفاعات كبيرة • وقد أصبحت هذه الفكرة مألوفة لدينـا
الآن ، ولكن جودوين كتب قصـته قبل أن يكتشـــف نيوتين
(Newton) كتـــابا قانون الجاذبيه بخمسين عاما •

وبعد ذلك أصبحت فكرة الرحلات القمرية فكرة شائعة •
وفى سنة ١٦٤٠ كتب الأسقف ولكنس (Wilkins)
بالغ الأهمية وهو « حديث عن عالم جديد » • ولم يكن هـــذا
الكتاب قصة أو خيالا ، ولكنه كان بحثا علميا جديا عن القمر
من ناحية طبيعته واحتمال وجود سكان فيه ولكن ولكنس مضى
الى أبعد من ذلك فقد استنتج فى نهاية بحثه بأنه لا شىء يمنـع
أن يخترع الانسان فى يوم من الأيام وسيلة ـ أو عربة طائرة
كما سماها ولكنس ـ تستطيع أن تنقله الى القمر • بل اقترح
أيضا انشاء مستعمرات بالقمر مما أثار الكثير من التعليقـــات
الساخرة من الكتاب الأجانب عن الاستعمار البريطانى •

أما فى القرنين التاليين فقد استمر ظهور الكتب عن الطيران
فى الفضاء • وكان بعضها بالطبع محض خيال ، ولـكن القليل

الباقى حاول أن يكون علميا فى بعض الأحيان • ولا شك أن أنبغ كتاب تلك الفترة هو سيرانو دى برجراك Cyrano de Bergerac مؤلف « الرحلة الى القمر والشمس » (١٦٥٦) • واليه يعود الفضل فى استخدام الدفع الصاروخى لأول مرة وان كان فى الواقع لم يدر شيئا عن مزاياه العديدة • والأمر الأكثر غرابة هو أنه تنبأ باستعمال المحرك النفاث (١) فقد وضع فى آخر محاولاته للطيران خطة لآلة طائرة تتكون من صندوق كبير خفيف مغلق تماما الا من ثقبين عند طرفيه وقد بنيت جدرانه من عدسات نركز أشعة الشمس على داخل الصندوق فما ان يسخن الهواء الداخلى حتى ينسرب من أحد الثقبين ثم يعاد ملء الصندوق بالهواء البارد من الثقب الآخر • ولكن سيرانو مع الأسف كان ما زال مؤمنا بالفكرة القائلة بأن الطبيعة تكره الفراغ — فلم يكن العلم قد اكتشف بعد أن الجزء الأكبر من الطبيعة هو فى الواقع فراغ — ولذا صور سيرانو أن آلته ستدفع الى السماء بوساطة الهواء المندفع الى الفتحة السفلى وليس بخروجه منها كما هو الحال فى المحرك النفاث •

وقد انصب معظم هذا العصر على رحلات للقمر (وأحيانا الى الشمس التى كان يظن أنها عالم مأهول أيضا) • ومع ذلك

(١) وهو محرك نفاث لا يعتمد لادخال الهواء اليه على كباسات تضغطه بل يدخل معتمدا على الضغط الجوى ثم تغلق فتحة الدخول ويجرى الاحتراق بالداخل ويخرج الهواء الساخن من الجهة الاخرى محدثا الدفع ثم يعاد فتح المحرك من الامام وملؤه بالهواء وهكذا • استعمله الالمان فى الحرب العالمية الثانية فى قذيفتهم الموجهة ف١ (المترجم)

فقد سرح بعض الكتاب بخيالهم فيمـــا وراء ذلك فكتب دى فونتنـــل (de Fontenelle) فى سنة ١٦٨٦ كتابا شعبيا عن الفلك زعم فيه أن الكواكب كلها تسكنها كائنات تكيفت حسب البيئة المحيطة بها • وفى سنة ١٧٥٢ كتب فولتير العظيم كتابه « ميكروميجاس » (Voltaire-Micromegas) وقد اتسم هـــذا الكتاب بنظرته العصرية للعالم فهو يظهر الانســـان وكوكبه فى مركزهما الحقيقى بالنسبة للكون • وميكروميجاس هذا عملاق من النظام الشمسى للشعرى اليمانية (Sirius) يزور الأرض بصحبة رفيق من زحل (Saturn) وقـد اتخـــذ فولتـــير من قصته وسيلة للسخرية كمـــا هـــو الحال فى الكثير من الكتب المشابهة لها من قبل ومن بعد •

وما ان بزغ فجر القرن التاسع عشر حتى تعثرت قصـــة السفر الى الفضاء • فقد عرف الناس الكثير عن مشاكل السفر بين الكواكب ولم يكن العلم قد تقدم بما فيه الكفاية ليقـــدم حلولا لها • كما أن اختراع البالون سنة ١٧٨٣ حول الأنظار الى السفر داخل الهواء وأثبت نهائيا أن الانسان لا يستطيع أن يعيش دون مساعدة على الارتفاعات الشاهقة ، حتى لقـد بدا القمر والكواكب أصعب منالا بكثير مما كانت تبدو للأساقفـة جودوين وولكنس •

وبحلول النصف الثانى من القرن كان الكتاب قد تغلبـــوا على حيرتهم المؤقتة • فازداد عدد قصص الفضاء وارتفع مستواها

العلمى ولعل هذا يرجع الى الانتصارات الهندسية العظيمة فى العصر الفيكتورى التى بعثت الشعور بالتفاؤل : فقد استطاع العلم أن يحقق الكثير ، حتى ان قهر الفضاء لم يعد ذلك الحلم المستحيل التحقيق •

ويبدو هذا الاتجاه واضحا فى قصة جول فرن (Jules Verne) الشهيرة « من الأرض الى القمر » (١٨٦٥) • وهى قصة كتب معظمها بروح هزلية سخر فيها فرن من انتهازية الأمريكان الذين كانوا يتحرقون شوقا للوصول الى القمر • ومع ذلك فقد كان هذا الكتاب أول عمل بنى على أسس علمية صحيحة •• فلم يتخذ فرن سبيلا سهلا كما فعل الكثير غيره من الكتاب من قبل ومن بعد ويخترع وسيلة سحرية للدفع أو مادة لا تتأثر بالجاذبية ، ولكنه كان يعلم أن أى جسم يمكن أن يصل الى القمر لو قذف من الأرض بسرعة كافية ، فما كان منه الا أن بنى مدفعا ضخما أطلق منه أبطاله فى قذيفة خاصة مجهزة وقام صهره الذى كان أستاذا للفلك بحساب جميع السرعات والوقت اللازم للرحلة بالتفصيل • ومما يثير الانتباه أن سفينة فرن ـ التى وصفها وصفا دقيقا ـ كانت مجهزة بالصواريخ لتوجيهها حالما تصل الى الفضاء فقد أدرك فرن جيدا ما ظل الكثير من بعده لا يفهمونه ، وهو أن الصواريخ تستطيع أن تعمل فى الفراغ ، ولكنه لم يخطر بباله أن يستعملها للرحلة كلها •

وربما كان فرن يعتقد أن مدفع الفضاء الذى اقترحه يمكن أن يعمل بنجاح ، وان كنا نعلم أن القذيفة ستدمرها مقـــاومة الهواء قبل أن تغادر الماسورة . ومن الجهة الأخرى لا يمكن أن يكون فرن قد اعتقد أن ركابه سيتحملون الصدمة الأولى التى كانت ستجعل كلا منهم يبدو كما لو كان يزن بضعة آلاف من الأطنان ، ولا شك أنه تجاوز عن هذه المشكلة البســـيطة من أجل الروايه .

ولم ينزل فرن ركابه على القمر ربما لأنه لم يستطـــع أن يبتكر لهم وسيلة للعـــودة بأمان . وقد قامـــوا بدلا من ذلك بالدوران حول القمر ثم عادوا الى الأرض . وهذا فى الواقع ما يرجح أن تقوم به سفن القمر الأولى .

أما هـ.ج. ولز فقد كان أقل دقة وأكثر جرأة من فرن - كما كانت قصته أكثر طرافة وجاذبية . فقـــد كانت قصـــته « أول رجال فى القمر » احدى قلائل قصص الفضـــــاء التى تعد من روائع الأدب . أما من الناحية الفنية البحتة فهى تعتبر تراجعـــا بالنســـبة الى فرن الذى كان مدفعه على الأقل مقبولا ومبنيا على الحقائق العلمية . أما ولز فقد اخترع مادة تستطيع أن تقوم بعزل الجاذبية وسماها « كافوريت » (Cavorite) فما كان على أبطاله الا أن يمتطوا كرة مغطـــاة بهذه المـــادة المدهشة حتى تطير بهم الى الفضاء . ولكى يتوجهوا الى القمر ما عليهم الا أن يفتحوا فى كرتهم كوة فى مواجهته .

ولم يكن ولز أول من ابتدع فكرة المواد العازلة أو المضادة للجاذبية ، ويظهر أن أول من استخدمها هـــو شخص يدعى ج • أترلى (J. Atterley) ظهر كتابه « رحلة الى القمر » سنة ١٨٢٧ • ولكن لا الســـيد أترلى ولا غيره من خلـــفائه العديدين استطاع أن يوضـــح ـ فيما نعلم ـ كيف تستطيـــع موادهم المضادة للجاذبية البقاء على الأرض : فقـــد يظن المـــرء أن مواد لها هذا الميل الشديد للتصعيد فى الفضاء لا بد وأن تكون قد رحلت الى الفضاء منذ زمن بعيد •

ومن السهل أن نثبت أن مواد مثـــل « كافـــوريت » ولز مستحيلة ماديا ، وأنها تتحدى قوانين الطبيعة الأساسية • ولكن فكرة مضاد الجاذبية فى حد ذاتها ليست فـــكرة سخيفة تماما وسنعود اليها فى الفصل السابع عشر •

ظهر كتاب ولز فى سنة ١٩٠١ ، أما بعـــد ذلك فليس من السهل حصر الكتب التى عالجت موضوع السفر بين الكواكب فضلا عن قراءتها • وهناك سببان واضحان لهـــذه الزيادة • أولهما أن قهر الهواء شحذ خيال الكتاب ، والثانى أن علـــماء أكفاء وضعوا أسسا ثابتة لعلم السفر فى الفضاء وبدأت نتـــائج أبحاثهم تتسرب تدريجيا للجمهور • ولقـــد ركزت أبحاث جودارد (Goddard) (سنة ١٩١٤ فصاعدا) ثم أبحـــاث أوبرت (Herman Oberth) الاهتمام بالصـــاروخ • وقد أقبـــل معظم كتاب قصص الفضاء على استعمال الصاروخ كوسيلة للدفـــع

حتى قبل أن تثبت الأبحاث الواسعة النطاق التى تمت فى العصر الحديث صحة تنبؤات هذين الرجلين .

ولا شك أن هذه القصص العديدة ـ ومنها ما توخى الأسس العلمية الدقيقة ـ قد ساهمت بالكثير لتحقيق ما كانت تنـــادى به . وعندما نمعن النظر نرى موقفا فريدا لم يسبق له مثيل : فحتى أدب الطيران وهو أقرب شىء لأدب الفضاء لا نجده قـد عولج بمثل هذه الدقة والامعان . ولا ريب أن لقهر الفضـاء جاذبية فياضة وقبضة آسرة على العواطف الانسانية حتى ليظل موضوعا ملحا لهذه الفترة الطويلة من الزمن . ولذلك فسيبدو غريبا أن تختفى قصة الفضاء فى شـــــكلها التقليدى فى وقت قريب ، فالتاريخ الآن يلحق بالخيال . وسيفقد الكتاب الخياليون القمر عندما تهبط عليه أول صواريخنا ولكن خسارتهم ستكون ضئيلة فسيصبح الكون بأكمله ميدانهم الفسيح .

الفصل الثانى

الأرض وجيرانها

لعل أول صعوبة تقابل من يحاول تصـــور الطـــيران بين الكواكب هى مشكلة القياس • فالمسافات التى يشـــملها البحث هائلة ، وهى أكبر بكثير من أى مســـافات تقابلنا فى حياتنـــا اليومية ، حتى انها تبدو بالنسبة لها عديمة المعنى • ولكن هذه الصعوبة من السهل التغلب عليها بشىء من المران •

فما زال هناك قوم بدائيون يعتبرون مسافة مائة ميـــل خارج حدود التصور ، بينما يوجد أناس يسافرون عشرة آلاف ميل فى بضعة أيام ولا يحسبونها شيئا كثيرا ، فنظرتنا للمســـافات تتغير بزيادة سرعة وسائل النقل • واليوم لا تبدو استراليا لنا بمثل البعد الذى كانت به لأجدادنا • وبنفس هذه الطريقـــة يمكن للعقل أن يتكيف لادراك المسافات بين الكواكب حتى اذا لم يكن يستطيع تصورها فعلا (ومع كل ، هل يستطيع العقل حقا أن يتصور مسافة ألف ميل ؟)

والخطوة الأولى فى عملية التقريب الى الذهن هـــــذه هى

استخدام النموذج المصغر • ولنبدأ بالتركيز على الأرض والقمر فقط متجاهلين الكواكب الأخرى • وسنأخذ مقياسا يكون الانسان فيه ما زال ظاهرا للعين المجردة باستخدام نسبة تصغير ١٠٠٠ : ١ فتكون الأرض كرة قطرها ٨ أميال وعلى بعد ٢٤٠ ميل منها توجد كرة أخرى هى القمر وقطرها ميلان • وعلى هذا المقياس يصبح طول الانسان أقل قليلا من جزء من اثنى عشر من البوصة ، وتصبح سرعة أسرع طائرة ميلا فى الساعة ، وسرعة الصاروخ ف ٢ ثلاثة أميال ونصف الميل فى الساعة ، وعندئذ يبدو الرجل الذى طوله ١٢/١ من البوصة وهو يحاول تصوير المسافة بين الأرض والقمر مثل نملة ذكية تحاول أن تتخيل حجم انجلترا •

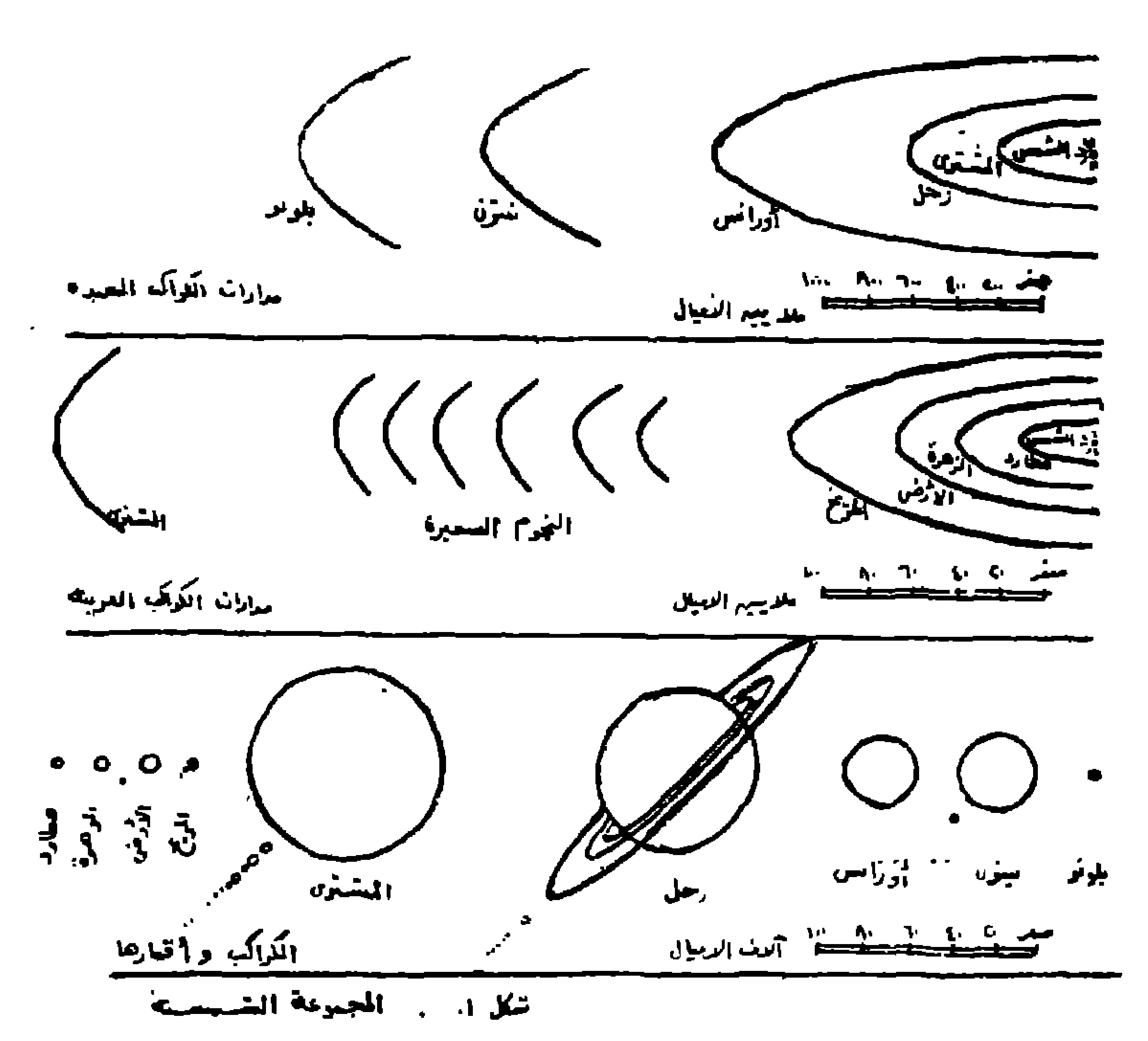
ولادخال الكواكب فى الصورة وجب علينا تغيير المقياس مرة أخرى ، فيصبح الانسان دون الرؤية بكثير • فبالتصغير مليون مرة يصبح قطر الأرض أربعين قدما والقمر عشرة أقدام على مسافة ربع ميل منها • أما الشمس فتكون على بعد ٩٣ ميلا وقطرها ميل واحد تقريبا ، وعلى مسافة ٣٦ ميلا و ٦٧ ميلا منها يدور عطارد والزهرة على التوالى • وقطر عطارد ١٥ قدما والزهرة ٣٨ قدما • (أى أنها أصغر من الأرض قليلا • أما خارج مدار الأرض ، فيوجد المريخ وقطره ٢٠ قدما وبعده عن الشمس ١٤٠ ميلا • ويتبع المريخ قمران صغيران قطراهما حوالى نصف البوصة •

أما خارج المريخ فهناك فجوة هائلة تخـــلو الا من آلاف الكواكب الصغيرة أو الكويكبات (Asteroids) التى يزيد حجم القليل منها عن حبة الرمل على مقياسنا • وعلينا الانتقال الى مسافة ٤٨٣ ميلا من الشمس ـ و ٣٤٠ ميلا من المريخ ـ لكى نصل الى المشترى أكبر الكواكب جميعا • وفى نموذجنا يكون قطره ٤٠٠ قدما ، وله أحد عشر تابعا تتراوح أحجامها من ١٥ قدما الى بضع بوصات •

وقد تشعر أن النموذج أصبح كبيرا بالرغم من تصغيرنا له مليون مرة ، الا أنه ما زال هناك الكثير قبل أن نصل الى حدود امبراطورية الشمس ، فما زال ثمة أربع كـواكب أخرى هى زحل وقطره ٣٥٠ قدما وأورانوس (١٥٠ قدما) ونبتـــون (١٦٠ قدما) وبلوتو (٢٠ قدما) ويبعد عن الشمس بمقـدار ٣٧٠٠ ميل •

ويظهر لنا هذا النموذج للمجموعة الشمسية مقدار خـــلو الفضاء ويبين صعوبة تمثيل أحجام الكواكب والأبعاد بينها عـلى نفس المقياس • فلو صغرنا حجم الأرض الى حجم كرة تنس الطاولة لكان مدارها نصف ميل ولأصبح بلوتو على مسافةعشرة أميال من الشمس •

وفى شكل (١) حاولنا اعطاء صورة تمثل الكواكب وتوابعها ومداراتها • غير أنه من المستحيل حتى فى أكثر الرسوم تكبيرا تمثيل التوابع الصغيرة بدقة •



شكل ١ . المجموعة الشمسية

وهناك ثلاث نقط ينبغى ذكرها لاكمال هذه الصورة للمجموعة الشمسية :

أولها أنها ليست ثابتة ، فجميع الكواكب تتحرك فى اتجاه واحد حول الشمس ، وتستغرق رحلة عطارد أقربها الى الشمس ٨٨ يوما ليتم دورة واحدة حول الشمس ، بينما يحتاج بلوتو الى ٢٤٨ عاما . (وهذا يعنى أن على علماء الفلك أن ينتظروا حتى سنة ٢١٧٨ ميلادية حتى يعود بلوتو الى نفس النقطة التى اكتشفه فيها العلماء سنة ١٩٣٠) . وهذه الزيادة فى وقت الدوران لبلوتو بالنسبة لعطارد لا ترجع للمسافة

الكبيرة التى يجب على الكواكب الخارجية أن تقطعها فحسب ، ولكنها ترجع كذلك لبطء حركتها وسنرى سبب ذلك فى الفصل الرابع ، فسرعة عطارد فى مداره ١٠٧٠٠٠ ميل فى الساعة وسرعة الأرض ٦٨٠٠٠ ميل فى الساعة بينما لا تزيد سرعة بلوتو عن ١٠٠٠٠ ميل فى الساعة ٠

والنقطة الثانية الهامة هى أن مدارات معظم الكواكب تقع فى مستو واحد تقريبا ، وبذلك يمكن القول بأن المجموعة الشمسية مسطحة تقريبا ٠ ولهذه القاعدة بعض الاستثناءات أكبرها أن مستوى مدار بلوتو يميل على مستوى مدار الأرض بزاوية قدرها ١٧ درجة ولكن القاعدة تنطبق بصورة جيدة على العموم مما يبسط مشكلة السفر بين الكواكب الى حد كبير ٠

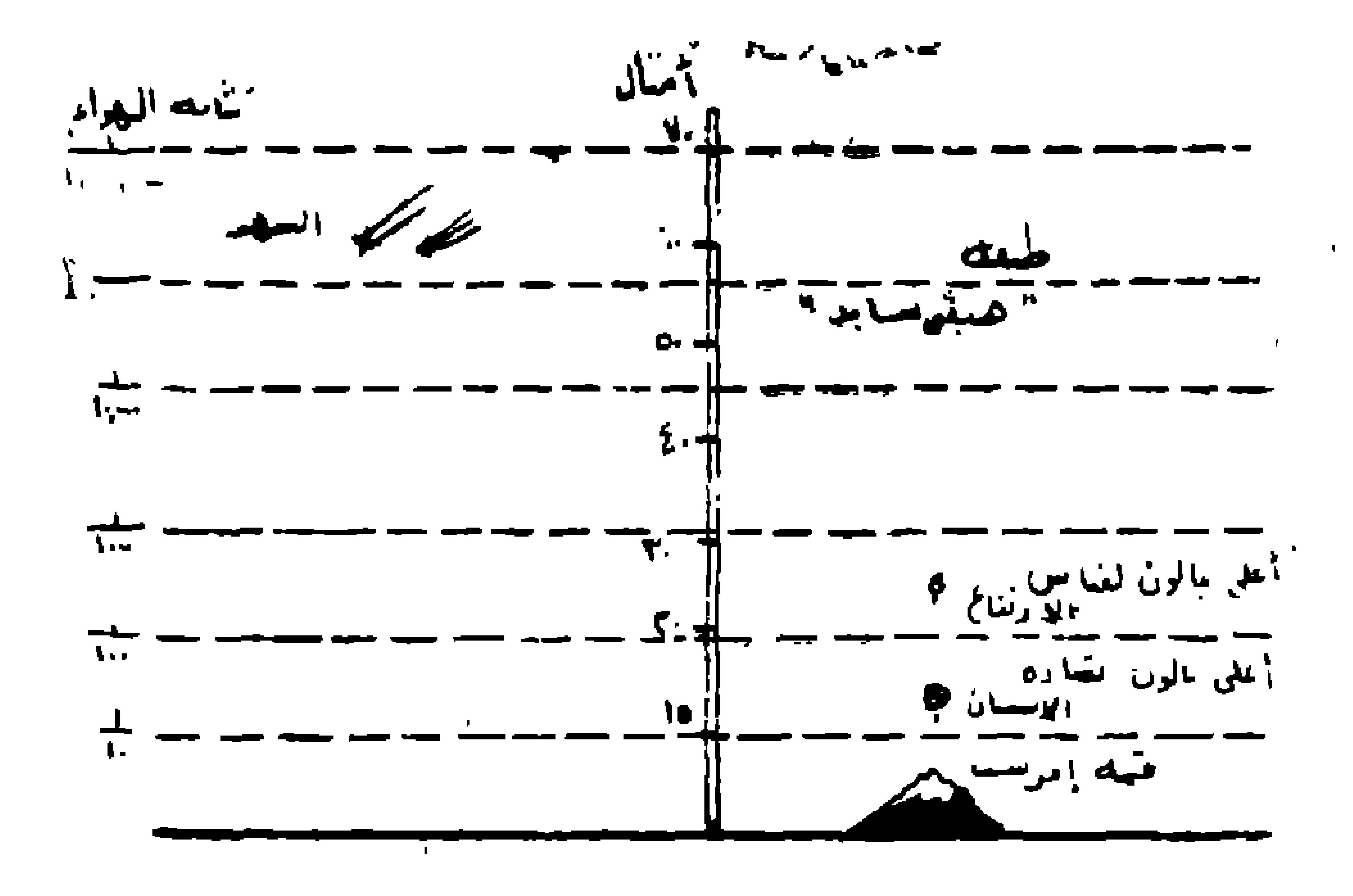
وأخيرا ، فشكل مدارات الكواكب دائرى تقريبا وتقع الشمس عند المركز ، ويشذ عن هذه القاعدة عطارد والمريخ - ومرة أخرى - بلوتو اذ أن مداراتها بيضاوية بدرجة محسوسة ٠ وفى الواقع أن مدار بلوتو لا مركزى لدرجة أنه يكون أحيانا أقرب للشمس من نبتون ٠

هذه اذا هى مجموعة الكواكب ، وأرضنا أحد أفرادها الصغار ٠ وبالرغم من حجمها العظيم فهى تكون مجموعة منعزلة تقريبا فى الفضاء لبعدها الشاسع حتى عن أقرب النجوم اليها ٠ (وسنبحث فى الفصل السادس مقياس الكون النجمى)

وهكذا تدور الكواكب جيلا بعد جيل بدقة متناهيـــة حـــول الشمس لأنها فى فراغ تام بعيدة عن تأثير الاحتـــكاك أو أى قوة أخرى قد تقلل من سرعتها •

ولا بد أن عدم وجود هواء فى الفضاء بدا كأكبر عقبة فى سبيل السفر بين الكواكب عندما اكتشف الناس أن الهـــواء الجوى لا يمتد الا لمسافة بسيطة حول الأرض ، ولكننا اليـوم نعلم أن وجود أى مادة فى الفضاء يمنـــع من الوصـــول الى السرعة اللازمة للسفر الى العوالم الأخرى • غـــير أن هذه المشكلة تصبح مسألة نظرية بحتة ، فلو كانت هناك أى مادة فى الفضاء لكانت الكواكب قد بادت منذ زمن بعيد لأن المقـــاومة كانت ستقلل من سرعتها الى أن تهوى أخيرا الى الشمس •

وسنستطيع فيما بعد أن نعود لدراسة الكواكب الأخرى لنرى ماذا نعرفه عن حالتها الطبيعية • أما الآن فيجب أن نعـــود الى الأرض لأنها ستكون لمدة طويلة نقطة البداية لكل رحلاتنا ، ولنبحث العقبات التى يجب علينا التغلب عليهـــا اذا أردنا ترك الأرض •



شكل ٢ تغير كثافة الهواء مع الارتفاع

والهواء الجوى كما ذكرنا آنفا عامل مساعد وعامل معطل ، فنحن لا نستطيع أن نعيش اذا نزل ضغط الهواء المحيط بنا عن نصف الضغط الجوى عند سطح البحر . والواقع أن معظم الناس يصابون بعجز تام قبل أن يصل الضغط الى هذا الرقم بكثير . وكثافة الهواء وضغطه يقلان بانتظام كلما ارتفعنا عن سطح الأرض كما هو مبين بالشكل (٢) . و لايمكن لانسان أن يعيش بصفة دائمة فى مكان يرتفع عن سطح البحر أكثر من ثلاثة أميال ونصف ، بل ان هذا يحتاج لفترة طويلة من التأقلم .

ولا يقتصر تأثير انعدام الجو على الانسان فقط بل يتعداه الى الآلات أيضا . فالطائرات سواء النفاثة أو المروحية منها هى

آلات تعمل باحتراق الهواء كالانسان تماما ، والفرق بينهما لا يعدو أن عملية الاحتراق فى الآلة الانسانية أهدأ وتحويـــل الطاقة الكيمائية الى قدرة أكثر تعقيدا وفضلا عن ذلك فالطائرات تحتاج الى الجو لحملها ، اذ أن المراوح والأجنحة تصبح عديمة النفع فى الفراغ . وهذه العوامل كلها تضع حدا للارتفـــاع الذى يمكن للطائرات المعتادة أن تعمل فيه وهو يقدر بما يتراوح بين ١٠ ، ١٥ ميلا . أو بمعنى آخر عندما يصبح الضغط الجوى حوالى ١/٢٠ من قيمته عند سطح البحر .

أما البالونات فيمكنها أن تعمل على ارتفاعات أكبر كثيرا ، قد تصل الى ٢٥ ميلا اذا كانت حمولتها من الأجهزة خفيـــفة . ولكنها هى أيضا تصل الى ارتفاع تكون كثافة الهواء المحيـــط بها فيه أكثر قليلا من كثافة الأيدروجين المستعمل لملئها فـــلا يساعد على رفعها أكثر من ذلك . فلم يرتفع شىء من صنع الانسان فوق هذا الارتفاع قبل مجىء الصاروخ الجبار ما عدا قنابل مدفع باريس (الذى يسمى عادة خطأ برتا الـــكبيرة) فى الحرب العظمى الأولى . فقد وصلت الى ارتفاع ٣٠ ميلا . ولو أمكن اطلاقها عمودية لوصلت لارتفاع ٤٢ ميلا .

والحق أن الجو لا ينتهى عند الارتفاع الذى تصـــل اليـــه البالونات مطلقا ، بل يرق مع البعد كما تخفت النغمة الموسيقية مع الزمن . حتى نصل فى النهاية الى درجة لا يكون بامكاننـــا ادراك وجوده . ويوجد من الهواء على ارتفاع خمسين ميـــلا

كمية كافية لأن تلعب دوراً بالغ الاهمية فى حياتنا الحديثة ، فعلى هذا الارتفاع تتأين الغازات المخلخلة مكونةالطبقة العاكسة (الأيونوسفير (Ionosphere) أو طبقة هيفيسايد) (Heavyside) التى جعلت المواصلاتاللاسلكية الطويلة المدى ممكنة ، والتى تسبب بعض الأصوات الغريبة التى تتدخل فى اذاعاتنا . وحول هذا الارتفاع نجد ان معظم الشهب التى تخترق الجو بسرعة ١٠٫٠٠٠ ميل فى الساعة أو أكثر تلقى حتفها ، فعلى هذه السرعات يستطيع حتى الأيونوسفير أن يولد مقاومة احتكاكية هائلة .

وآخر دليل على وجود الجو هو الشفق القطبى (Aurora) الذى قلما نرى أضواءه الرائعة فى خطوط العرض الجنوبية وان كانت كثيرة الحدوث قرب القطبين المغناطيسيين للأرض وهى تنتج عن تفريغ كهربى مثل الذى يحدث فى أنابيب النيون وترتفع ألسنتها الى ٦٠٠ ميل مع أننا على ارتفاع أقل من ذلك بكثير وفى فراغ أتم من أى فراغ يمكن احداثه فى المعامل .

وربما يظن أن الغلاف الجوى ما دام قليل الغوص يمكن اغفاله كعامل فى الطيران بين الكواكب ولكن الأمر ليس كذلك كما سنرى بعد قليل : فالجو يحد حقا من السرعة التى يمكن الوصول اليها قرب سطح الأرض ، ولكن الأهم من ذلك هو أنه يقدم لنا وسيلة للنزول بأمان عند العودة .

وهذا الغلاف الرقيق من الهواء ، الذى لولاه تنعدم الحياة كما نعرفها الآن ، مشدود الى الأرض بقوة الجاذبية • ولو كانت الجاذبية أضعف مما هى عليه بنسبة الربع أو الخمس لهرب الهواء الى الفضاء كما حدث فعلا فى القمر • ولذا حق علينا شكر الجاذبية فى هذا المقام ، وان كنا عند التفكير فى ترك الأرض نتمنى أن تكون أقل مما هى عليه •

فالجاذبية أكثر القوى الطبيعية انتشارا وهى تطغى على كل مناقشة عن الطيران فى الفضاء وعلى سطح الأرض • فللجاذبية قيمة ثابتة علميا فى كل أنحاء الأرض • وتقل هذه القيمة تدريجيا كلما ارتفعنا الى أعلى ، وان كان هذا التناقص بطيئا لدرجة أنها تحتفظ بمقدار ٩٠٪ من قيمتها عند سطح البحر على ارتفاع ٢٥٠ ميلا وهو أقصى ارتفاع وصله الصاروخ حتى الآن • فاذا ازداد البعد عن الأرض حتى يصل الى آلاف الأميال يصبح النقص كبيرا • فمثلا على ارتفاع ١٢٫٠٠٠ ميل يصير وزن الرطل أوقية واحدة • ونتيجة لذلك فكلما ارتفع المرء عن الأرض كلما سهل عليه المضى فى سبيله هذا (مما يعتبر تطبيقا علميا للمثل القائل لا شيء ينجح كالنجاح) • ويمكن تشبيه الذى يحاول ترك الأرض فيما يتعلق بالجاذبية بمن يرقى تلا كبير الميل ولكن هذا الميل يقل تدريجيا حتى يصبح أفقيا ولكنه لا يصبح أفقيا تماما لأن الجاذبية لا ينتهى مفعولها أبدا وان كان يمكن اغفالها على مسافة نحو مليون ميل •

وسنعود لاستعمال هذا التشبيه فيما بعد لفائدته الكبيرة • أما حاليا فيمكن أن نكون فكرة مصورة عن كيفية تناقص الجاذبية مع المسافة من شكل (٣) ومنه نلاحظ خطأ الرأى الشائع بأن الجاذبية تقل كثيرا ونحن على بعد قريب من الأرض •

شكل ٣. تناقص الجاذبية مع المسافة

فاذا ما قدر لنا أن نبنى سفنا للفضاء يجب علينـــا أن نعى نقطتين أساسيتين : أولاهما أن كل طريقة للدفع تعتمد على الجو لا جدوى منها ، والثانية أنه حتى لو وجدنا آلة تنتج الدفع فى الفراغ فلا بد لنا أن نزود سفينتنا بطاقة تكفى لمقاومة جـذب الأرض لها حتى ترتفع آلاف الأميال بعيدا عن الأرض •

وسنرى فى الفصل القادم أن الشرط الأول قد تحقق فعلا • وأن الشرط الثانى ـ وهو مشكلة الطاقة ـ أبعد خطرا بكثير • ومع ذلك فيمكن حل هذه المشكلة أيضا دون الحاجة الى اكتشافات أساسية جديدة • فلن يكون علينا أن ننتظر حتى ينتج أحدهم « مضاد الجاذبية » حتى نستطيع أن نســـافر الى الـــكواكب ، فالوسيلة بين أيدينا : انها الصاروخ •

الفصل الثالث

الصـــاروخ

إن تاريخ الصاروخ غريب ومشحون بالحوادث . وان كنا سنبتعد كثيرا عن موضوع الكتاب لو توسعنا في دراسته . وهو في ميدان الحرب مثال رائع لسلاح كان ميتا في الظاهر واذا به يعود ليظهر بطريقة مسرحية . والمعروف أن أول من اخترعه هم الصينيون في سنة ١٢٠٠ ميلادية . ومع أنه يقال أحيانا أن الصينيين اخترعوا البارود وأثبتوا مقدار مدنيتهم باستعماله في الألعاب النارية فقط ، الا أن الصاروخ يكذب هـــذا الزعم ، لأنهم استخدموه في الحرب ضد المغول في حصار كايفنج سنة ١٢٣٢ .

وسرعان ما وصلت أخبار الاختــــراع الى أوروبا وانتشر اســـتعمال الصاروخ في القرون التالية في الألعاب النـــارية وكسلاح مهيب وان يكن غير مضمون النتيجة . ولم تكن له أهميـــة حربية حتى سنة ١٨٥٠ حين لفت السير كونجريف

(W.Congreve) نظر الجيش البريطاني الى امكانياته • وعندئذ بدا أن الصاروخ سيحل محل البندقية (كما اعتقد كونجريف) ولكن التقدم العظيم فى المدفعية سرعان ما قضى عليـــه • وفى نفس الوقت وجد له عمل آخر وهو القاء حبال النجـــاة الى السفن التى ألقاها الموج بعيدة عن الشاطىء • وهــــكذا ظل استخدام الصاروخ فيما بين سنة ١٨٥٠ الى سنة ١٩٢٠ قاصرا على الألعاب النارية وأعمال الانقاذ • أما خطره وفوائده فظلت فى علم الغيب •

وفى أثناء الحرب العالمية الأولى ، بدأ عالم أمريكى شـــاب يدعى روبرت هتشنجس جودارد يبحث امكان استعمال الصاروخ فى استكشافات الارتفاعات الشاهقة • وفى ســـنة ١٩١٩ نشر المعهد السميثوسونى (Smithsonian Institute) الذى أمد جودارد بالمال اللازم لأبحاثه نشر رسالته الأولى الصـــغيرة وهى كتيب صغير لا يزيد عن مائة صفحة بالعنوان المتواضـــع : « طريقة للوصول للارتفاعات الشاهقة » ويعتبر هـــذا الكتيب فاتحة العصر الحديث فى أبحاث الصواريخ ، اذ أثبت بصـــفة قاطعة أن الصواريخ يمكن أن تستخدم لحمل الأجهزة العلمية الى ارتفاعات لم يسبق لها مثيل (١) واختتم جودارد بحثه بأنه يمكن قذف كمية من مسحوق المغنسيوم الى القمر حتى ليمكن رؤية الوميض الناتج عنها بالتليسكوبات الأرضية •

---

(١) الحق ان قصب السبق فى بحث استخدام الصاروخ لاستكشاف الفضاء يعـــود الى تسيولكوفسكى الروسى وروبرت اسنوبلترى الفرنسى •
K.E. Ziolkowsky. R.Esnault-Pelterie

ولم يسر جودارد أبعد من ذلك في بحث السفر بين الكواكب وان كان معروفا أن مذكراته التي لم تنشر بعد (وقـــد مات سنة ١٩٤٥) تحتوى على تكهناته في هذا الموضوع • بيد أن أثره في هذا الميدان كان عظيما جدا ولا شك أن كتابه الصغير كان حافزا لعلماء أوروبا الذين بدأوا يتطلعون الى الكواكب • وكان هرمان أوبرت - Herman Oberth الأستاذ الروماني للرياضيات أبرز أولئك العلماء • وقد نشر في ســـنة ١٩٢٣ رســـالة موضوعها « الصاروخ في فضاء الـكواكب » • ثم أعاد نشرها بعد ست سنوات بتوسع كبير حتى أصبحت كتابا يعـد بحق انجيل علم السفر في الفضاء وهو « الطريق الى الســفر بين الكواكب » • وفي هذا الكتاب الذي قد يعـــد يوما ما من قلائل الكتب التي غـــيرت تاريخ الانســـانية ، بحث أوبرت بالتفصيل المشاكل الأساسية في طيران الفضاء لا من الوجهـــة الرياضية البحتة ولكن من الجانب الهندسي للموضوع أيضا ، هذا في وقت لم يكن أكبر صاروخ بني فيه يزيد عن بضـــعة أرطال •

وكان أكثر العمل الذي تم في هندسة الصواريخ في ألمانيا منذ عام ١٩٢٧ من وحي كتابات أوبرت ولكن الموقف السياسي في سنة ١٩٣٠ استلزم أن تخصص تلك الأبحـاث للأغراض الحربية ، فالصاروخ الذي يمكنه حمل الأجهزة العلـــمية الى ارتفاع مائة ميل رأسيا يمكنه أن يحمل المفرقعات الى مسافات

أكبر كثيرا أفقيا . وبينما كانت جميع أبحاث جـــودارد الأولى نتيجة لمنحة قدرها ١١٠٠٠ دولار ، أنفقت وزارة الحـــرب الألمانية مبلغ ٣٥ مليون جنيه لبناء قاعدة بينيموندة (Peenemunde) حيث استكملت الصواريخ ف ٢ وأسلحة أخرى صاروخيـــة ما بين عامى ١٩٣٦ و ١٩٤٥ . والتشابه الغريب بين هذه القصة وتاريخ الطبيعة النووية مدهش كما أنه مقبض للنفس .

وقد أثبتت أعمال العلماء والمهندســـين الألمـــان فى قاعدة بينموندة أن نظريات جودارد وأوبرت وأقرانهما صحـــيحة أساسا وأصبح فى الامكان بناء صواريخ ضخمة تستـــطيع أن تصل الى الارتفاعات والسرعات الهائلة التى تنبأت بها الحسابات . والواقع أنه يمكن اعتبار الصـــاروخ ف ٢ نموذجا مبدئيـــا لسفينة الفضاء المقبلة .

وسنكتفى بهذا القدر من تاريخ الصواريخ الذى يتفتح كل يوم (وان كان العمل ما زال سرا) ، وسنبحث بدلا من ذلك كيف يعمل الصاروخ ولماذا اكتسب هذه الأهمية العظمى فى ميدان السفر فى الفضاء .

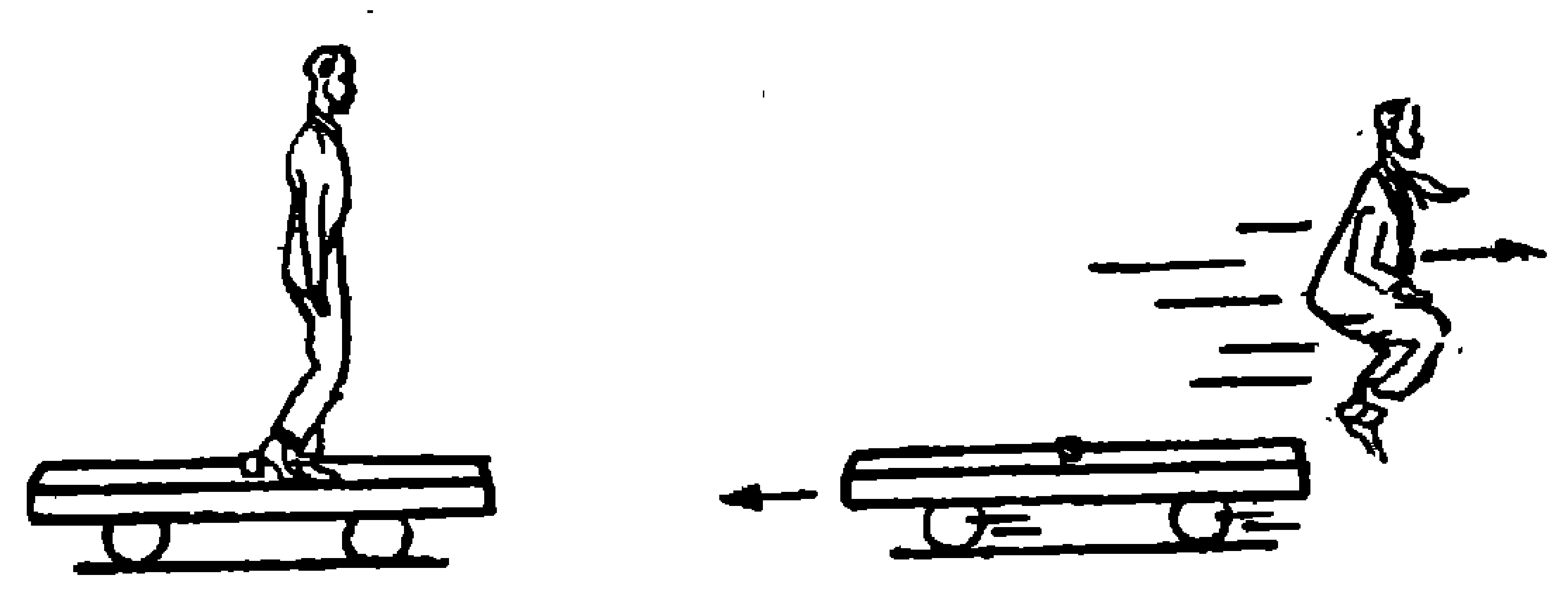
وكثيرا ما يقال ان الاندفاع الصاروخى يعتمد أساسا على رد الفعل أو « الدفع » الا أن هذا مع صحته لا يساعدنا كثيرا على الفهم فقلما يوجد أى شكل من أشكال الحركة لا يعتمد عـلى رد الفعل ، اذ أن احتكاك أحذيتنا بالأرض يدفعها الى الخلف ، وبالتالى يدفعنا الى الأمام . وقد كان السير اسحق نيوتن أول

من بين فى قانونه الثالث الشهير أن « لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه » • فالدفـــع الذى ندفع به الى الأرض من الخلف مساو تمـــاما لدفع الأرض لنا الى الأمام ، غير أنه للفارق الكبير بين الكتلتين لا تظهر الا حركتنا نحن •

ويجب أن نلاحظ أن وجود الاحتكاك ضرورى فى هـذه الحالة ، فلو أزيل الاحتكاك كأن نقف على لوح أملس تماما من الثلج لتعذر علينا السير ، ولتوضيح هـــذه الآراء بدقة أكثر سنبحث الحالة التالية (شكل ٤) : نفرض أن رجلا يقف عـلى عربة مساوية له فى الوزن وأن هذه العربة تقف على سـطح أملس • فلو قفز الرجل دافعا لها بقدميه عن طريق مســند خاص ، فان قانون نيوتن والنظر السليم يؤكدان أن العـربة ستدفع الى اليسار بنفس السرعة التى قفز بهـا الرجـل الى اليمين •

أما اذا كانت العربة تزن ضعف وزن الرجل ، فحينئذ تكون سرعتها نصف سرعته • وهكذا تسير النسبة ، فما أبسط قانون رد الفعل !

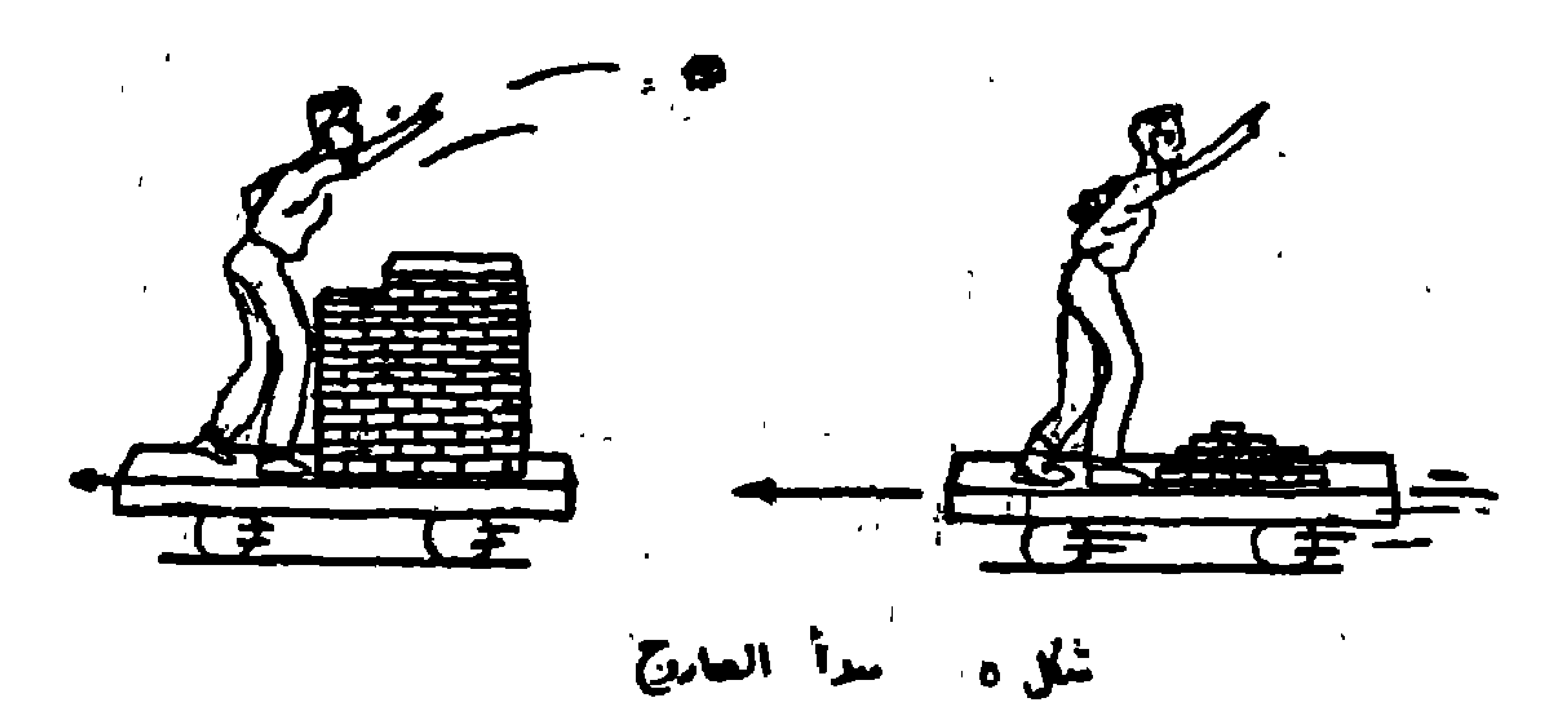
ويجب أن نلاحظ أنه فى هذه الحـــالة ـ بخـــلاف حالة المشى ـ لم يتدخل الاحتكاك فى احداث الدفع فالرجل قـــد أحدث الدفع على جزء ثابت من العربة •



شكل ٤ . قانون رد الفعل

وهناك مثل شهير لرد الفعل يحدث عندما نطلق بندقيـــة ، فانفجار البارود فى خزانة البندقية يسبب الدفع ، ولكن الكتل المتأثرة بهذا الدفع كبيرة الاختلاف . ومع ذلك فالقانون نفسه ينطبق عليها . فلو كانت البندقية تزن ألف مرة قدر الرصاصة، تكون سرعة ارتدادها جزءا من ألف من سرعة الرصاصة .

والآن نستطيع أن نبحث مثلا آخر مبنيا على الآراء الســالفة يوضح لنا مبادىء الدفع الصاروخى . فلنعد الى صديقنا الواقف على العربة ولنفرض أنه حمل عربته بحـــمل من الطـــوب (شكل ٥) . فاذا قذف الرجل بقالب من الطوب الى اليمين ، اندفعت العربة الى اليسار . وبما أن كتلة القالب الواحد صغيرة بالنسبة لوزن العربة فان السرعة التى ترتد بها تكون صغـيرة جدا ، ومع ذلك فلو كانت الأرض التىتقف عليها العربة ملساء كما افترضنا فان السرعة التى اكتسبتها لن تضيع .



شكل ٥ مبدأ الصاروخ

ولكن الرجل يقذف بقالب آخر بنفس السرعة فتتضاعف سرعة العربة فى الحال وباستمرار قذف الطوب تتزايد سرعة العربة تدريجيا • ومن الواضح أن ما يحدث للطوب بعد تركه ليد القاذف لا يهمنا • لأن كل الدفع يحدث أثناء عملية القذف ذاتها • ولهذا فان طريقة الدفع مستقلة عن أى وسط خارجى •

ونستطيع أن نتعلم من هذا التشبيه البسيط عدة دروس أخرى هامة ، فوزن العربة يقل تدريجيا كلما استهلك الطوب • ونتيجة لذلك فان آخر قالب يقذف به من العربة يحدث أثرا أبعد بكثير من أثر القالب الأول • فاذا كانت العربة فارغة تزن نصف وزنها وهى محملة بالطوب يحدث القالب الأخير ضعف الزيادة فى السرعة التى يحدثها القالب الأول • وبالتالى فليست سرعة العربة هى التى تزداد فحسب ، ولكن تسارعها (العجلة) يزداد كذلك •

ولا بد أن يكون التشابه بين مثالنا والصاروخ قد اتضح

الآن ، والفارق الوحيد بينهما هو أن الصاروخ يقذف بالمادة باستمرار وليس في كتل منفصلة ولذا فهو ينتج دفعا مستمرا بدلا من الهزات المقطعة . ولكن المبدأ واحد في الحالتين .

ومن المفيد أن نبحث كيف يمكننا تحسين الأداء لهذه الطريقة العجيبة للانتقال وهي جهاز رد الفعل المسير بالعضلات . فاذا فرضنا أن ما نسعى اليه هو الحصول على أقصى سرعة نهائيــة بعد نفاد حمولة العربة من الطوب ، نستطيع أن نرى بسهولة أن هذه السرعة النهائية تعتمد على عاملين فقــط وهما : أولا سرعة قذف الطوب ، وثانيا كمية الطوب المقذوف .

ويدلنا المنطق السليم دون الاستعانة بأى عمليات حسابيــة ، أن مضاعفة سرعة قذف الطوب تضاعف سرعة العربة . ولكن لنفترض أنه من المستحيل زيادة سرعة القذف كما هي الحـال اذا كان الرجل يعمل بأقصى طاقته ، فهل يمكن الوصول الى سرعة أكبر اذا أخذ حملا أكبر من الطوب ؟ وبأى شكل تتأثر السرعة النهائية بالحمولة الأولى ؟ والاجابة على هذا الســؤال أكثر تعقيدا وان كنا نستطيع هنا أن نذكر النتائج النهائية وهى أن السرعة يمكن زيادتها بهذه الطريقــة وان كانت كفايتهـا غير جيدة . فزيادة سرعة القذف أكثر توفيرا من زيادة الحمولة من الطوب ولا يجب اللجوء الى هذه الطريقة الا اذا لم يكن من ذلك مفر .

وفى هذه المرحلة يجدر بنــا توضــيح الأمر بالأرقام .

فلنفرض أن سرعة قذف الطوب من العربة ٢٠ ميلا في الساعة وأن وزن العربة فارغة مع راكبها النشيط ٢٠٠ رطل — ويجب أن نتذكر مرة أخرى أننا قد أغفلنا عامل الاحتكاك نهـائيا — فيكون السؤال الذي نود الاجابة عليه هو : ما هو وزن الطوب الذي يجب أن تحمله العربة حتى تصـل الى سرعة نهائيـة قدرها ٢٠ ميلا في الساعة وهي نفس سرعة قذف الطوب ؟

وقد نظن لأول وهلة أنه ما دامت العربة فارغة تزن ٢٠٠ رطل فسيحتاج الراكب الى قذف ٢٠٠ رطل من الطوب حتى يصل الى سرعة القذف . ولكن هذا ليس صحيحا تماما ، اذ يجب أن نأخذ بعين الاعتبار الشغل الاضافي الذي يبذل لتسارع الطوب الموجود على العربة أثناء فترة الدفع . وبعملية حسابية بسيطة نجد أنه عند أخذ هذا العامل في اعتبارنا — يجب على العربة أن تحمل بوزن « دافع » — كما يمكن أن نسـميه — مقداره ٣٤٤ رطلا أو ١٫٧٢ من وزن العربة الفارغة .

والآن لنطمع في المزيد ، ولنسأل اذا كان في الامكان أن تحمل العربة من المادة الدافعة ما يكفي لجعل سرعتها النهـائية ضعف سرعة قذف الطوب . وقد تبدو هذه الفكرة غريبة لأول وهلة ولكن يجب أن نذكر أنه ما دامت هناك مادة دافعة عـلى العربة يمكننا أن نستمر في التسارع ، ولا يوجد سبب نظـري يمنع سرعة العربة من الزيادة عن سرعة الطوب المقذوف .

وبالحساب نجد أننا نستطيع أن نضاعف سرعة العربة ، ولكن

هذا يعني تحميلها بحمل من الطوب قدره ٦ر٤ أضعاف وزنها الفارغ أى ١٢٨٠ رطلا من الطوب •

والآن هل نقف عند هذا الحد ؟ نظريا لا • فما دام وزن العربة وراكبها المجهد جزءا صغيرا بدرجة كافية من الوزن الكلي فانه يمكننا الوصول الى أى سرعة نهائية • ولكن الأرقام آخذة فى الزيادة بسرعة كبيرة ، فلكى تصل سرعة العربة الى ثلاثة أمثال سرعة القذف ، يجب أن يكون وزن الحمولة الأولى من الطوب ١٩ ضعفا لوزن العربة • أى ما يساوى ٣٨٠٠ رطل غير أننا اذا استطعنا مضاعفة سرعة القذف الى ثلاثة أمثالها ، تنطبق علينا الحالة الأولى مرة ثانية ولا يلزمنا سوى ٣٤٤ رطلا للحصول على نفس النتيجة •

وقد أطلنا فى شرح هذا التشبيه لأنه يوضح لنا بجلاء المبادىء الأساسية للدفع الصاروخى • فالصاروخ أساسا جهاز يحمل وزنا محددا من المادة الدافعة يقذفها بأسرع ما يمكن بوساطة الطاقة الكيمائية • وجميع النتائج التى استخلصناها من هذا المثال يمكن تطبيقها على الصاروخ دون أى تعديل • وهذه النتائج تتلخص فيما يلى :

١ ـ يستطيع الصاروخ أن يعمل فى انعدام الهواء أو أى وسط آخر •

٢ ـ اذا بقى الدفع أو قوة الارتداد ثابتة فان التسارع (العجلة) يتزايد كلما خف الصاروخ باستهلاك المادة الدافعة •

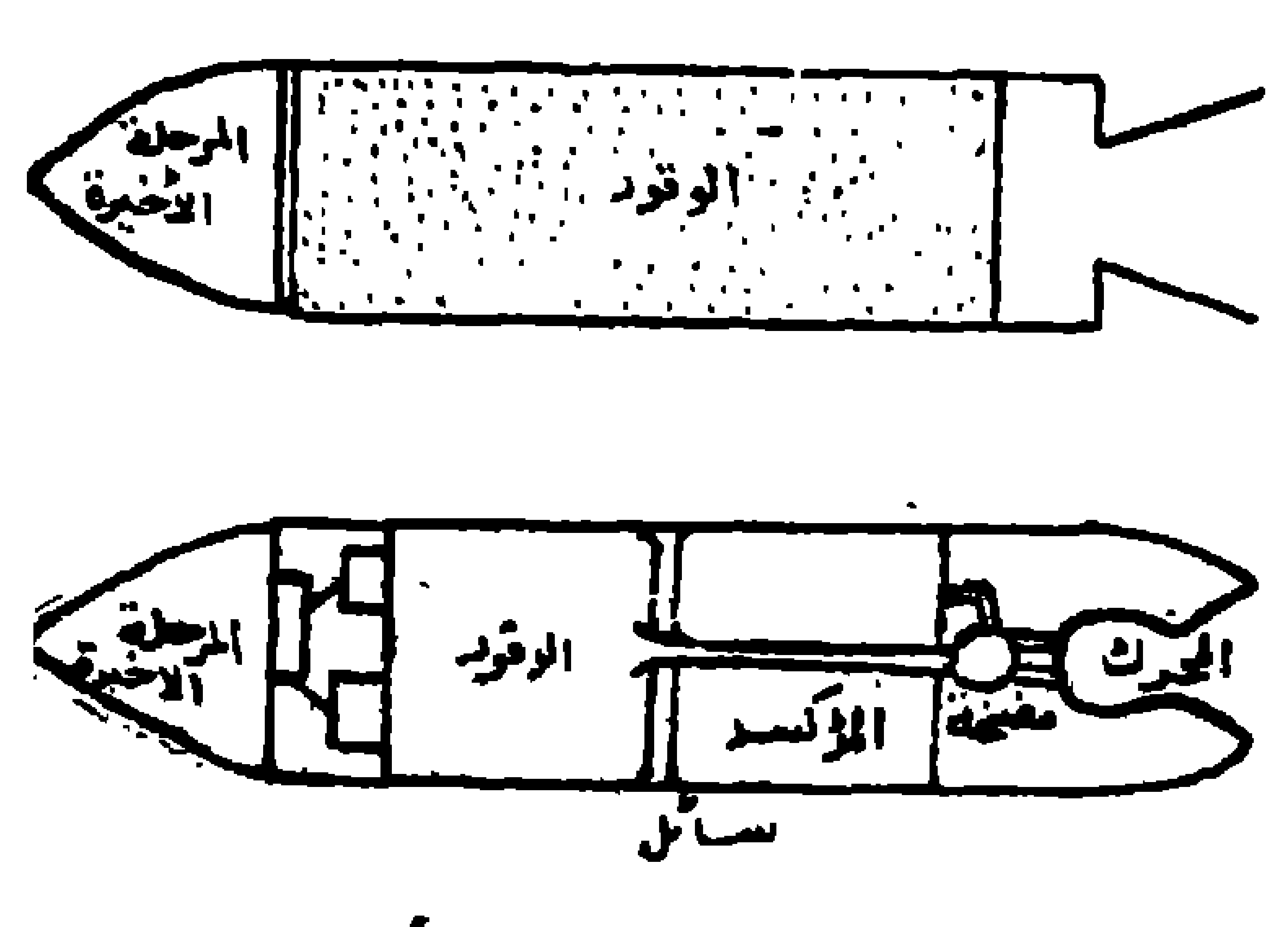
٣ ـ السرعة النهائية تتوقف على سرعة القذف مباشرة فلو ضوعفت هذه لتضاعفت السرعة النهائية ، وهكذا •

٤ ـ السرعة النهائية تتوقف كذلك على وزن الوقود المقذوف فاذا كان وزن الوقود يبلغ ١ر٧٣ مرة قدر الوزن النهائى للصاروخ ف ٢ فاننا نصل الى سرعة تساوى سرعة العادم واذا كانت النسبة ٤ر٦ : ١ تكون سرعة الصاروخ ضعف سرعة العادم واذا كانت ١٩ : ١ تصل السرعة الى ثلاثة أمثال سرعة العادم ، وهكذا •

فمما تقدم نرى أننا نستطيع استخدام الصاروخ فى استكشاف الفضاء الذى يخلو من الهواء • واذا كنا على درجة من المهارة نستطيع معها بناء صواريخ تحمل كمية كافية من الوقود ، فانها يمكن أن تقوم بأى عمل يناط بها أداؤه ، وسنبحث امكانية ذلك فيما بعد • ويحسن هنا أن ننظر عن قرب فى ميكانيكا الصاروخ لنرى كيف يبنى وكيف يعمل •

لم تكن الصواريخ الأولى سوى أنابيب من الورق المقوى أغلق أحد طرفيها وحشيت بالبارود بينما زود طرفها الآخر بفوهة تخرج منها الغازات الساخنة وكثير من الصواريخ الكبيرة القوية ـ وخاصة ما بنى منها للقذائف أو لمساعدة الطائرات على الاقلاع ـ ما تزال تصمم على هذا الأساس • وهى تمتاز بالبساطة المتناهية غير أنها لا يمكن التحكم فيها ، فاذا ما اشتعل الوقود استمر الصاروخ فى العمل حتى يحترق وقوده عن آخره •

أما الطراز الحديث من الصواريخ الذى يعتبر الصاروخ ف ٢ من أهم أمثلته ، فهو أكثر تعقيدا وان كان يمتاز بأداء أحسن بكثير . وهذه الصواريخ يستخدم فيها بدلا من المادة الدافعة الصلبة التى تخزن وتحرق فى نفس الوعاء ، وقود سائل يحفظ فى خزانات منفصلة ويضغط بوساطة المضخات والوسائل الأخرى الى غرف احتراق دقيقة التصميم . وبالرغم من التعقيد الهندسى الذى يتطلبه هذا النظام الا أن له مزايا عديدة أهمها أنه يكسب العادم سرعات أكبر بكثير مما يعطى الوقود الصلب أو المسحوق . ويضاف الى ذلك أن الصواريخ ذات الوقود السائل يسهل التحكم فيها فيمكن تنظيم قوة الدفع كأى محرك عادى بالحد من تموينه من الوقود .



شكل ٦ : طرازى الصواريخ

والشكل رقم ٦ يوضح بالرسم النوعين الأساسيين للصواريخ . فالنوع الذى يستخدم المادة الدافعة السائلة لا

يحمل الوقود فقط بل ويحمل كذلك الأكسجين اللازم للاحتراق فى خزان آخر • (أما الصواريخ ذات الوقود الصلب فتحمل أيضا أكسجينها بالطبع ولكنه فى هذه الحالة يكون متحدا اتحادا كيمائيا فى المفرقع المستعمل) • وقد تعددت أنواع الوقود المستعمل وان كان الكحول والبنزين أكثر شيوعا • وقد استعملت بدلا من الأكسجين السائل الذى يحتاج لتبريده لدرجة ٣٠٠ تحت الصفر الفاهرنهيتى مواد كيمائية مثل حامض النتريك وثانى أكسيد الأيدروجين كمواد مؤكسدة لأنها تحتوى على نسبة عالية من الأكسجين •

وتصميم صاروخ كبير مدفوع بالوقود السائل ينطوى على كثير من المشاكل الهندسية ، ولن نذكر هنا الا القليل منها • فكثيرا ما تستخدم لضغط الوقود والمؤكسد الى غرفة الاحتراق مضخات تديرها التوربينات • ويحتمل فى المستقبل أن «يفصد» جزء من عادم الصاروخ نفسه لادارة هذه التوربينات •

ويكون التوجيه عادة بوساطة ريش صغيرة توضع فى طريق الغازات المنفوثة تديرها الجايروسكوبات التى تتحكم فى الطريق الذى سيسلكه الصاروخ ويمكن أيضا توجيه الصاروخ بامالة المحرك ولكن هذا يحتاج لهندسة معقدة ولن يستخدم للصواريخ الكبيرة جدا •

وفى اللوحة رقم ٢ رسم لصاروخ يعمل بالوقود السائل ، والتصميم المقترح لصاروخ يحمل انسانا لأبحاث الطبقات العليا

من الجو . وهو مبنى على فكرة الصاروخ ف ٢ التقليدية . فالقائد يجلس فى كابينة مكيفة الضغط فى المقدمة ، وهذه الكابينة مجهزة بمظلة واقية ويمكن فصلها عن جسم الصاروخ الرئيسى أثناء النزول . ويحتوى الخزان الأمامى على الكحول بينما يحتوى السفلى على الأكسجين السائل . وتحت هذا تقع المضخات التوربينية التى يديرها البخار المحمص (أى الذى ترتفع درجة حرارته عن ١٠٠ م كثيرا) الناتج من تحلل فوق أكسيد الأيدروجين وهى الطريقة المستعملة فى الصاروخ ف٢ كما يرى فى الرسم المحرك وأنابيب الوقود وريش التوجيه فى طريق الغازات المنفوثة .

ولا شك أن صواريخ حاملة للانسان كهذه ستبنى فى السنين القليلة القادمة ، وربما زودت بأجنحة تمكنها من الانزلاق مسافات كبيرة عندما تعود الى الجو وستكون هذه الصواريخ مقدمة لسفن الفضاء الحقيقية وبناؤها لن يحتاج الى اكتشافات جديدة أو تغيرات أساسية فى تصميم الصاروخ : فكل المعلومات اللازمة لها فى متناول أيدينا حاليا .

وفى الوقت الحاضر تجرى أبحاث مفيدة كثيرة على صواريخ تحمل أجهزة أوتوماتيكية ترسل المعلومات للأرض باستمرار أثناء فترة الطيران بوساطة الراديو . وسيلعب فن ارسال القياسات بالراديو (التلمترى) (Telemetering) الذى لا يتضمن خطرا على سلامة أى طيار آدمى ــ دورا خطيرا فى

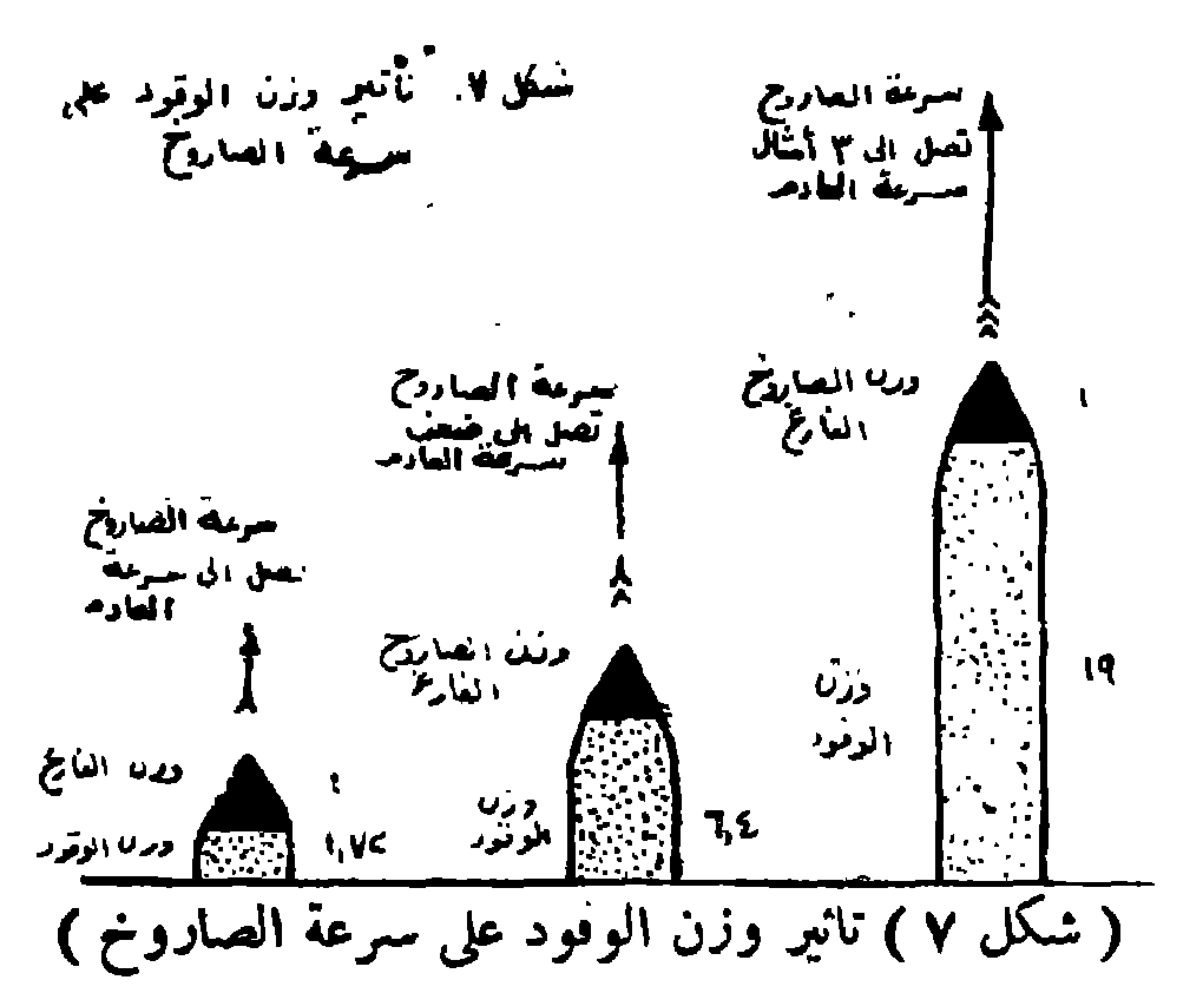
غزو الفضاء لأن من المؤكد أن سفن الفضاء الأولى ستكون أوتوماتيكية كليا ، وبذلك يصبح ممكنا الاستغناء عنها .

وسرعة غازات العادم للصواريخ الحديثة ذات الوقود السائل تصل الى ٥٠٠٠ ميل فى الساعة أو تزيد . فلو عدنا الى مثالنا السابق عن العربة المحملة بالطوب ، نجد أن سرعة ٥٠٠٠ ميل فى الساعة يمكن الوصول اليها بوساطة صاروخ يزن فارغا طنا واحدا ويمكنه حمل ١٫٧٢ طن من الوقود . ويمكن الوصول الى هذه النسبة بسهولة . والواقع أن الصاروخ ف ٢ وصل الى نسبة أفضل منها بكثير . ولكن هناك عاملين هامين فى الأداء الفعلى قد أغفلنا ذكرهما فى البحث السابق . وأولهما هو الاحتكاك وهو فى هذه الحالة مقاومة الهواء . وهو لا يؤثر على طيران الصاروخ فى الفضاء الا أنه يلعب دورا هاما عند صعود الصاروخ فى طبقات الجو ، فيقلل من سرعته بنسبة ٥ — ١٠٪ (وتزيد هذه النسبة كثيرا فى الصواريخ الصغيرة) .

أما العامل الأشد خطورة فهو الجاذبية . التى لم تدخل فى اعتبارنا بتاتا عندما كنا نبحث حركة العربة على سطح أفقى ، ولكن الصواريخ عادة ترفع رأسيا ، وهذا يعنى أن الأرض تجذبها اليها باستمرار وتقلل من سرعتها . ويقدر النقص فى سرعة صاروخ يرتفع رأسيا بعشرين ميلا فى الساعة لكل ثانية من الصعود أى ١٢٠٠ ميلا فى الساعة لكل دقيقة .

وقد يقلل هذان العاملان معا سرعة الصاروخ النهائية بمقدار

٧٠٪ من قيمتها النظرية • ولكن هذا النقص يمكن تخفيضه بمقدار كبير فى حالة سفن الفضاء الكبيرة كما يمكن تلافيه تماما فى حالات خاصة •



(شكل ٧) تأثير وزن الوقود على سرعة الصاروخ)

والشكل ٧ محاولة لتوضيح تأثير نسبة وزن الوقود الى وزن الصـــاروخ الفارغ عـــلى أدائه • وقد افترضـــنا أن الوزن الفارغ طن واحد فى جميع الحالات • فالصاروخ الأول يمكن بناؤه بسهولة • أما الثانى فيمثل رقما لم يمكن الوصول اليـه بعـد • والصاروخ ف ٢ يقـــع بين هـــذين وان كان أقرب للصاروخ الأول • فقد كان يحمل طنين من الوقود لكل طن من الوزن الفارغ • ومن الجائز أن نستطيع بناء الصاروخ الثانى وهذا يعنى أن تصل الى سرعة نهائية ضعف سرعة العادم •

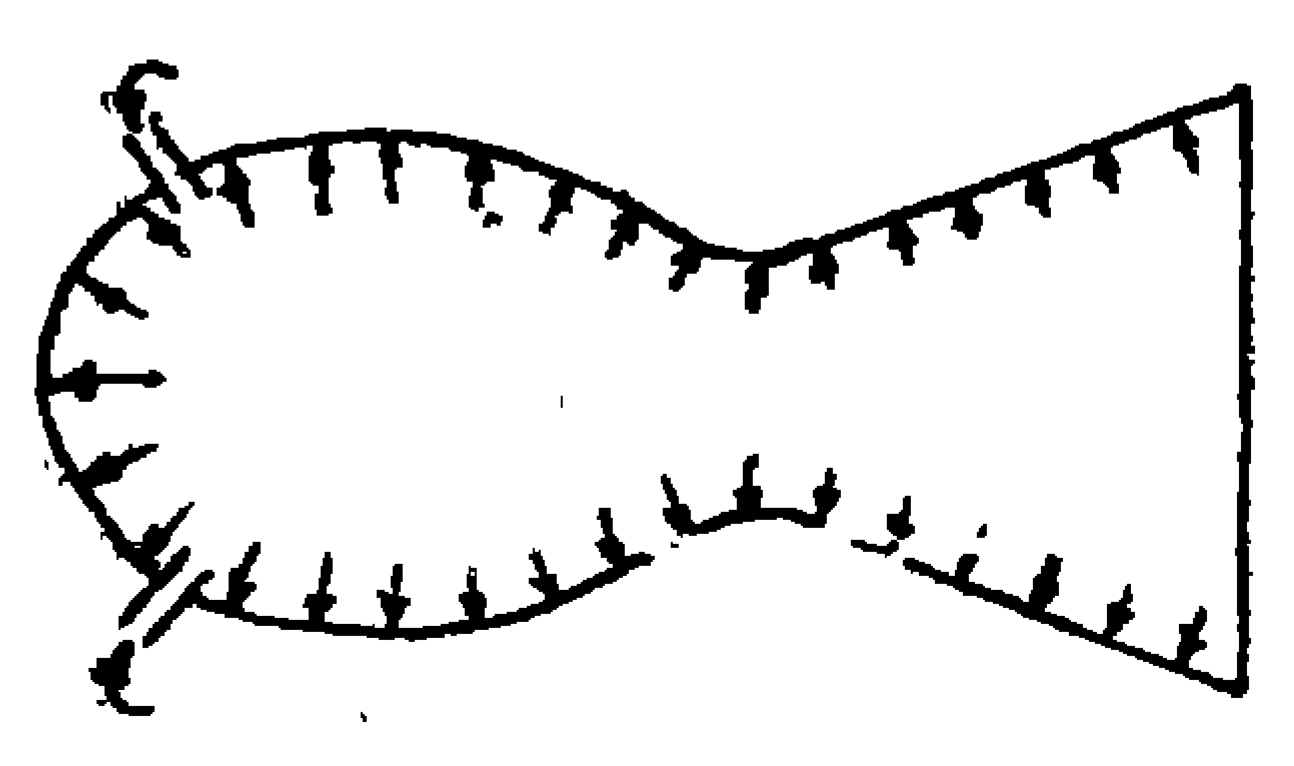
أما الصاروخ الثالث فان أى مهندس يرتعد فزعا عنـــدما يتأمله لأنه يعنى ضغط ١٩ طنا من الوقود فى غلاف يزن طنـا واحدا فقط ، ويحسن أن نذكر أن هذا الطن يشـــمل وزن الخزانات والمحرك وأجهزة التحكم والغلاف الخارجى ـ فضلا عن الحمولة النافعة ، ونشك كثيرا فى امكان الوصول اليـه ، وحتى اذا كان ذلك ممكنا فستكون الحمولة النافعة شيـئا تافها جدا .

ونستطيع اذن أن نستخلص النتيجة الهامة التالية : وهى أن الصواريخ من هذا النوع (وسنسميها الصواريخ ذات المرحلة الواحدة لأسباب ستعرفها فيما بعد) يمكن أن تصل سرعتها الى ضعف سرعة العادم أما الوصول الى ثلاثة أمثال هذه السرعـة فأمر بعيد الاحتمال .

وبما أن أنواع الوقود المعروفة فى الوقت الحـــاضر تعطى سرعة عادم تقرب من ٥٠٠٠ ميل فى الساعة ، فهذا يعنى تزويد الصاروخ بسرعة نهائية قدرها ١٠٫٠٠٠ ميل فى الســـاعة . وللحصول على أرقام أفضل من هذا الرقم علينا استنباط وقـود أقوى أو استحداث طرق جديدة فى البناء ، والعمل جار فى هذين الاتجاهين .

وقبل أن نترك الصاروخ يحسن بنا أن نتأمل قليلا فى عمل المحرك لنرى كيف وأين ينشأ الدفع ، وذلك لأن الخبـــرة

أظهرت أنه وان كان كثير من الناس يستطيعون أن يروا من مثال العربة المحملة بالطوب أن الصاروخ يمكن أن يعمل في الفراغ ، الا أنهم معرضون لدخول الشك في نفوسهم عنده يحاولون تخيل ما يحدث عندما تندفع الغازات الساخنة الى العدم ، فلا يبدو أن هناك مكانا يمكن أن يحدث عليه الدفع •



شكل ٨ القوى داخل محرك الصاروخ

والجواب على هذا السؤال المعقول يوجد في الشكل رقم ٨ ، وهو عبارة عن قطاع مبسط في محرك الصاروخ • فالوقود يحقن من اليسار ويحترق في غرفة الاحتراق محدثا كمية هائلة من الحرارة تتمدد بسببها الغازات الناتجة من التفاعل محدثة الضغط الذي يؤثر على جدران المحرك كما هو مبين بالأسهم • فاذا لم تكن هناك فوهة تخرج منها الغازات وبفرض عدم انفجار الغرفة ، فالضغوط تتعادل ولا تكون هناك حركة ، ولكن لوجود الفوهة لا تتعادل القوة المتضادة عند ا ، ب فيحرك الدفع الناتج عند الصاروخ الى اليسار •

ولا يمكن أن نبالغ فى التأكيد بأن الأثر الوحيد للجو حول الصاروخ هو تقليل كفاءته • والحقيقة أن النظرية والتجـربة تظهران أنه حالما يترك الصاروخ الجو تزداد قوة دفع المحرك بمقدار ١٠ ــ ١٥٪ من قيمتها عند سطح البحر •

وبهذه المناسبة نذكر أن الصاروخ لا يحصل على دفع اضافى اذا اصطدمت نافورة الغازات المنفوثة بالأرض أو بأى جسـم آخر مثبت • وعموما فهذا أمر غير مرغوب فيه اذ ربما يحدث انعكاس هذه الغازات تلفا شديدا بجسم الصاروخ نفسه •

أما وقد أصبحت هذه الصورة للصاروخ وطريقة عمله أمام ناظرينا فيمكننا الآن أن ننتقل لبحث عظم المهـــمة التى تواجه الصاروخ لو أردنا استخدامه لحملنا بعيدا عن الأرض •

الفصل الرابع

الافلات من الأرض

الجاذبية كالهواء الذى نستنشقه ، احدى تلك الظواهر الطبيعية التى قلما نفكر فيها عادة . وهى وان كانت تشكل عاملا رئيسيا فى حياة متسلقى الجبال ومصلحى السقوف الا أن من يعيشون منا حياة ذات بعدين لايلحظون وجودها عادة الا عند صعود السلم بسرعة أو عند الجلوس على مقعد قد تحرك من مكانه دون سابق انذار .

وليس هناك شيء يمكن أن نفعله حيال الجاذبية : فهى تؤثر على كل الأجسام بنفس الطريقة تماما ، وتعطى أى ثقل غير مسنود عجلة ثابتة قدرها ٣٢ قدما فى الثانية نحو الأرض . وهذا يعنى أن الجسم الذى يبدأ من السكون ، فى انعدام مقاومة الهواء ، يسقط بسرعة ٢٠ ميلا فى الساعة بعد الثانية الأولى من سقوطه ، وبسرعة ٤٠ ميلا فى الساعة بعد ثانيتين ، وبسرعة ٦٠ ميلا فى الساعة بعد ثلاث ثوان وهكذا . وهذه القيمة

لعجلة الجاذبية (جـ) ثابتة تقريبا فى جميع أنحاء الأرض • أما الكواكب الأخرى فلها جاذبيات أخرى كما سنرى فى حينه ، وأغلبها أضعف من جاذبية الأرض • وعلى بعض الكويكبات البالغة الصغر تكون الجاذبية صغيرة جدا حتى ان الجسم الساقط يستغرق بضع دقائق للسقوط ياردتين •

ومفارقة الأرض تعنى الحركة الى أعلى ضد الجاذبية وهذا يحتاج الى « شغل » • ويمكن بسهولة حساب الشغل المبذول للصعود لأى ارتفاع معين • ومن الواضح أن الصاروخ الذى يصمم للوصول الى هذا الارتفاع يجب أن يحمل وقودا يكفى للقيام بالشغل المطلوب • فالطبيعة لا تعطينا أى شيء دون مقابل والواقع أنها دائما تأخذ أكثر مما تعطى •

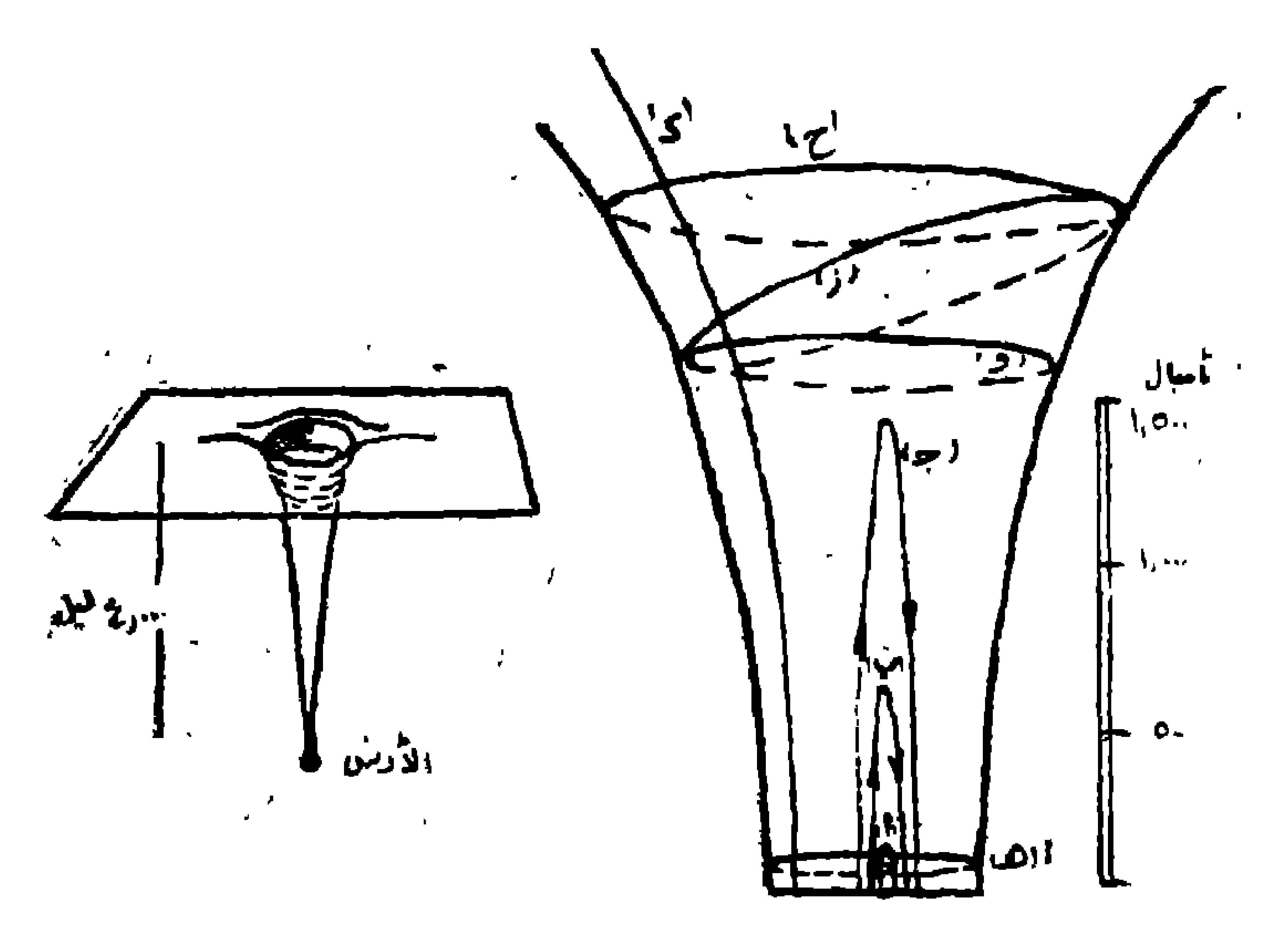
وقد وضحنا فى صفحة ٣٤ أن الجاذبية تضعف بالتدريج كلما ابتعدنا عن الأرض الى أن تصبح مهملة تماما على المسافات الكبيرة جدا • وقد أوردنا مثلا لذلك وهو تسلق تل منحدر يكون فى أوله شديد الانحدار ثم يقل انحداره تدريجيا • ومن المفيد أن نتابع هذه الصورة فنستطيع أن نتعلم منها الشيء الكثير •

وبحساب كمية الشغل المبذول لرفع جسم من سطح الأرض الى نقطة يمكن عندها اهمال الجاذبية نصل الى نتيجة بسيطة للغاية : فالشغل المبذول يساوى تماما الشغل اللازم للصعود

عموديا مسافة تساوى نصف قطر الأرض أى نحو ٤٠٠٠ ميل فى مجال جاذبية ثابتة ومساوية لقيمتها عند سطح البحر .

فنحن سكان الأرض ، اذ نتطلع الى الكواكب ونفكر كيف يمكننا الوصول اليها نشبه أناسا فى قاع حفرة ملساء عمقها ٤٠٠٠ ميل وفى نهايتها سهل لانهائى مستو . وعلينا قبل أن نفكر فى السفر الى العوالم الأخرى أن نصعد خارج هذه الحفرة . ويمثل السطح الأفقى ، الفضاء الخالى من الجاذبية ، فاذا ما وصلنا اليه استطعنا السفر الى الأبد دون انفاق طاقة اضافية . ولكن هذا التبسيط قد تعدى الحد ، فنحن قد أغفلنا مجال جاذبية الشمس والكواكب الأخرى وان كنا نستطيع أن نهملها فى الوقت الحاضر . وهى على أية حال ليست ذات بال اذا كنا نبحث الرحلة من الأرض الى القمر فحسب .

وشكل (٩) يمثل قطاعا « لحفرة الجاذبية » هذه . وفى الجزء الأيمن منه تكبير للمنطقة السفلى منها . فتصور أنها صنعت من مادة صلدة ملساء كالزجاج تام النعومة . ولنتدبر فيما يحدث لو اندفع جسم ما مثل « بلية » الى أعلى السطح المائل بسرعة ابتدائية معينة ، ومن الواضح أنه يستمر فى الصعود الى أن تصبح السرعة صفرا ثم يبدأ فى النزول الى أن يصل الى نقطة البداية بنفس السرعة التى بدأ بها . وقد وضحنا بالرسم الارتفاعات التى تصل اليها الأجسام البادئة بسرعة ٥٠٠٠ ميل/ الساعة (ا) ثم ١٠٫٠٠٠ ميل/الساعة (ب) ثم ١٥٫٠٠٠ ميل/ الساعة (ج) .



شكل ٩ تشبيه جاذبية الأرض بالحفرة

ومن الواضح أن هناك سرعة حرجة لا يعود عندها الجسم بل يزحف حتى يصل الى حافة الحفرة ويسير على السطح الأفقي (د) • وهذه السرعة هي ٢٥٫٠٠٠ ميل في الساعة • فاذا ما بدأ الجسم حركته بسرعة تزيد عن هذه ، احتفظ بالزيادة بعد افلاته من الحفرة •

ويوضح هذا النموذج بدقة ما يحدث للصاروخ اذا قذف من الأرض عموديا الى أعلى ، وفي الوقت ذاته يلقي الضوء على أمر بالغ الأهمية •

فقد شاهد أكثرنا صورا « لجدار الموت » وهي لعبة مشهورة يقود فيها سائق الموتوسيكل دراجته داخل اسطوانة عمودية

تقريبا وتمكنه القوة الطاردة المركزية من مقاومة الجاذبية .
وسنرى أن نفس الشيء يمكن أن يحدث في نموذجنا . فاذا حرك جسم أفقيا عند أي نقطة من جدار الحفرة أمكنه أن يستمر في الدوران الى ما لا نهاية اذا كانت سرعته كافية . وكلما ابتعد الجسم عن القاع وأصبح ميل الحفرة أقل نقصت السرعة اللازمة لحفظ موقعه . وهذه بالضبط هي الطريقة التي يحافظ بها القمر على مكانه في مداره حول الأرض . وبنفس الطريقة تدور الكواكب حول الشمس وهي وان كانت أسيرة جاذبيتها الا أنها تحتفظ ببعدها عنها .

والسرعة اللازمة للحركة في مدار كهذا قريبا من قاع الحفرة (أي عند سطح الأرض) (هـ) هي ١٨٫٠٠٠ ميل في الساعة وتسمى هذه السرعة ـ السرعة الدائرية ، وهناك مدارات مماثلة عند و ، ز .

وليست هذه كل الاحتمالات الموجودة ، فانظر مثلا الى المدار (ح) ، وهو مدار جسم قذف من (ز) أفقيا ، ولم تكن سرعته كافية للاحتفاظ بمداره فبدأ يسقط الى أسفل فزادت سرعته بذلك السقوط حتى وصلت لدرجة بدأ معها يصعد لأعلى ثانية حتى ليعيد المرور في نفس المدار . ومدار هذا الجسم ليس دائرة ولكنه قطع ناقص (بيضاوى) .

ويمكن عرض هذه الحالات جميعها برمي بلية داخل قمع بالشكل المناسب . والواقع أن أحد معارفنا من الفلكيين

اكتشف هذا المثال النافع بمحض الصدفة ذات يوم عندما رمى بكرة تنس داخل اناء صينى كبير •

ويمكننا تلخيص هذه النتائج فيما يلى : فالجسم المقذوف من الأرض يفلت نهائيا اذا زادت سرعتـــه عن ٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة • فاذا نقصت عن ذلك فاما أن يرجع ثانية ، واما أن يدور حول الأرض فى مدار دائرى أو بيضاوى • والسرعـة اللازمة لأقرب مدار دائرى من الأرض هى ١٨٫٠٠٠ ميـل/الساعة • فاذا حصل صاروخ على هذه السرعة أفقيا خارج جو الأرض بحيث يبتعد عن متناول مقاومة الهواء ، فانه يدور حول الأرض الى الأبد كقمر ثان • وسنعود الى هذه النقطة البالغة الأهمية عندما نبحث محطات الفضاء وامكان التزود بالوقود فى المدار •

وهنا قد يقول أحدهم : « انى أرى أن الصاروخ يمكنه حقا أن يفلت من الأرض متى وصلت سرعته الى السرعة الحـرجة ٢٥٫٠٠٠ ميل/الساعة دون بذل المزيد من الطـــاقة ، ولكن أليس من الممكن أن يقوم بهذه العملية بأن يسير بسرعة أقـل نسبيا على أن تعمل محركاته طول الوقت » ؟

والاجابة هى نعم نظريا • ولكن نظرة الى الشكل «٩» ترينا معنى هذا • فالصعود على الجدار الأملس باستعمال المحـركات يعنى مقاومة الجاذبية طيلة مسافة ٤٠٠٠ ميل • ومجرد الوقوف عند نقطة معينة يعنى استعمال الصاروخ باستمرار لتوازن قوة

دفعها مع الجاذبية • وبهذه الطريقة يمكن أن يستهلك الصاروخ وقوده دون الارتفاع عن سطح الأرض أكثر من بضع أقدام •• ولذا لا نستطيع استخدام هذه الطريقة الا اذا توصلنا الى مصدر للطاقة أقوى بكثير مما نملك الآن • فالطريقة العمليـة الوحيدة للافلات من الأرض هي الوصول لسرعة الافلات بسرعة ثم ابطال المحركات • ويمكن تشبيه ذلك براكب الدراجة الذى يستجمع أكبر سرعة ممكنة في السهل ليستطيع تسلق المرتفع • ولكي نرقى التل التخيلي الذى يبلغ ارتفاعه ٤٠٠٠ ميل نحتاج لسرعة ابتدائية قدرها ٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة ، فاذا ماوصلنا الى هذه السرعة نستطيع أن نستريح فلن تقدر الأرض عـلى منعنا من المضى فى سبيلنا •

٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة ! هذه بالطبع سرعة أكبر بكثير من أى سرعة وصل اليها الانسان أو أى آلة من صنعه • ولو أنها لم تعد تبدو خيالية كما بدت منذ عشر سنوات • ففى سنة ١٩٤٠ لم تزد سرعة أى صاروخ عن ١٠٠٠ ميل فى السـاعة ولكن سرعة الصاروخ تضاعفت خمس مرات فى سنة ١٩٥٠ وأصبح حجمه عظيما • فهل يستمر هذا التقدم ، وهل سنصل الى مضاعفة السرعة المرات الخمس اللازمة فى سنة ١٩٦٠(١) ؟

وللاجابة على هذا السؤال يجب أن نرجع الى بحثنا السابق فى مبادىء عمل الصاروخ ، وقد أوضحنا فيه أن بناء صاروخ تزيد

(١) نجح فعلا ••

سرعته عن سرعة العادم غير ممكن عمليا بسبب كمية الوقود اللازمة وقد حدد هذا السرعة القصوى بمقدار ١٠٫٠٠٠ ميل/ الساعةاذا استخدمنا أنواع الوقود المعروفة حاليا . وهذهالسرعة أقل من نصف السرعة اللازمة للافلات من الأرض .

والواقع اننا ما زلنا في بداية تطور الصاروخ ، ولا بد أن أنواعا من الوقود أقوى من هذه بكثير ستستخدم في صواريخ المستقبل . بل نحن نعرف الآن كثيرا من أنواع الوقود القوى وان كنا لم نحسن بناء المحركات التى تستطيع كبح جماحها بعد . فمن الواضح اذا أن سرعات العادم وبالتالى سرعة الصاروخ ستستمر في الزيادة .

بيد أن هناك حدا لهذه الزيادة لا تستطيع أنواع الوقود الكيمائي أن تتعداه حتى اذا بلغت أقصى ما يمكن من التحسين . ويقدر هذا الحد بضعف القيمة الحالية ، وهناك من الخبراء من يزعم أنه أقل بكثير . فحتى لو أخذنا برأى المتفائلين منهم ، فهذا يعنى أن أقصى سرعة ننتظرها من صاروخ ذي مرحلة واحدة يعمل بالوقود الكيمائى لن تزيد عن ٢٠٫٠٠٠ ميل / الساعة ، الأمر الذي يحتاج الوصول اليه الى أعوام طويلة من البحث . فلو أخذنا في اعتبارنا مقاومة الهواء وغيرها من الخسائر وجدنا أن صاروخا كهذا قد يتمكن من الدخول في مدار دائرى حول الأرض ، ولكنه لن يصل الى سرعة الافلات .

وفى هذه المرحلة يحق للقارىء المغيظ أن يدهش لكل هذه الضجة ، ما دمنا قد أثبتنا أن السفر الى الكواكب مستحيل •

وقبل أن نتقدم كثيرا يحسن أن نذكر القارىء بكل الأمور التى كانت فى الماضى « مستحيلة » • فمنذ ١٥٠ عاما أثبت علماء الرياضة المشهورون أن البواخر لن تستطيع عبور المحيط الأطلسى لكبر استهلاكها من الفحم • وبعد ذلك بقرن سبق ميلاد الطيران بجوقة مماثلة من المثبطين ـ وأشهرهم الفلكى الأمريكى الكبير سيمون نيوكوم (S.Newcomb) (الذى كتب فى سنة ١٩٠٣ بحثا لو قرأه الأخوان رايت (Wright) لاقتنعا حتما بأنهما أضاعا وقتهما عبثا • وحتى بعد ذلك بخمس سنوات استمر الأستاذ الطيب ينادى بأن الطائرة لا يمكن أن تحمل مسافرا علاوة على الطيار) •

ومن هذه الامثلة نتعلم أنه من غير المأمون فى مجال التقدم العلمى والفنى الخروج بتنبؤات سلبية ، فحتى لو استطعنا استعراض جميع الحقائق المعروفة وهو أمر من الصعوبة بمكان، وأظهرت تلك الحقائق أن اتجاها ما فى العمل لن يكون مجديا، فالعادة أن حلولا أخرى تظهر فى الوقت المناسب •

وفى الحالة التى نحن بصددها يعتبر الصاروخ المتعددالمراحل أحدهذهالحلولالأخرى• فمنالواضح أنه اذا أمكنبناء صاروخ يحمل وزنا نافعا معينا ، ثم جعلنا هذا الوزن النافع صاروخا آخر يحمل نفس نسبة الوقود ، فان الصاروخ الأصغر عندما

ياتي على وقوده يكون قد وصل الى ضعف السرعة التي يصل اليها أيهما منفردا • وفوق ذلك يمكن تكرار هذه العمليـــة ، فلا شيء يلزمنا بالتوقف عند هذا الحد ، فاذا بنينا صاروخا ذا مراحل كافية استطعنا الوصول الى أي سرعة نهائية نريد •

ولا شك في أن ذلك سيكلفنا غاليا • فالوزن النافع لصاروخ عالي الأداء لن يكون أكبر من جـــزء من عشرين من الوزن الكلي ، مما يعني أن كل مرحلة ستزن عشرين مرة المرحـــلة التالية • فلكي نصل الى وزن نافع مقداره طن واحد يـــكون الوزن الكلي الابتدائي لمرحلة واحدة عشرين طنا ، ولمرحلتين ٤٠٠ طن ، ولثلاث مراحل ٨٠٠٠ طن وهكذا •

وقد يتساءل البعض لماذا يكون أداء صاروخ ذي ثلاث مراحل ويزن ٨٠٠٠ طن خيرا من أداء صاروخ ذي مرحلة واحـدة بنفس الوزن ، والجواب أنه في هذا المثال المبسط جـدا يحمل الصاروخ ذو المرحلة الواحدة وزنا نافعا قدره ٤٠٠ طن ويمكنه اعطاء سرعة معينة لن تزيد كثيرا حتى اذا أنقصنا الوزن النافع الى طن واحد وحولنا الـ ٣٩٩ طنا الباقية الى وقود • بينمـــا يستطيع الصاروخ ذو المراحل الثلاث مضاعفة سرعـة طن من المواد النافعة ثلاث مرات • وقد أصبحت هذه قصـــة معادة • فللسرعة ثمنها الغالي ، وهي في غزو الفضاء أهم مقوماته •

ونستطيع أن نجد في أوائل تاريخ استكشاف القطب مثـلا بارزا لمبدأ المراحل في العمل • فلذا أمكن لرجـــل واحد أن

يحمل مهمات تكفيه لرحلة طولها مائة ميل ، فيمكن زيادة هذا المدى لو بدأنا بجماعة كبيرة من الرجال يعود معظمهم بعد الوصول الى مسافة معينة ، بعد تسليم الفائض من أمتعتهم لجماعة أصغر عددا ، ويمكن تكرار هذه العملية اذا لزم الأمر في مرحلة ثانية • وهذه الطريقة وان كانت ثمارها ضئيلة تافهة بالنسبة لما يبذل فيها من جهد ومال الا أنها طريقة على أي حال• وقد كانت في ذلك الوقت هي الطريقة الوحيدة للتغلب على الحدود التي وضعتها قوة البشر واحتمالهم • وبالمثل يمكن اعتبار مبدأ المراحل طريقة للتغلب على نقائص الصاروخ •

وقد بحث الألمان أثناء الحرب مشروعا لصاروخ ذي مرحلتين وان كان لم يدخل دور التنفيذ ويعرف هذا المشروع بالرمز (١ ـ ٩) ، (١ ـ ١٠) والمرحلة العليا (١ ـ ٩) كانت نموذجا مجنحا من ف ٢ ويحتمل أن يحمل طيارا ، وكان المفروض أن يرفع (١ ـ ٩) الى ارتفاع ١٦ ميلا ويمنح سرعة ابتدائية قدرها ٢٥٠٠ ميل بوساطة « المقوى » (١ ـ ١٠) ويزن ٦٨ طنا ويعود الى الأرض بمظلة واقية بعد أداء مهمته • أما الصاروخ (١ ـ ٩) فيستمر في الطيران الى أن يصل الى سرعة ٦٠٠٠ ميل/الساعة وعند عودته الى الغلاف الجوى يدخل في انزلاق عالى السرعة فيقطع ٣٠٠٠ ميل في ٤٥ دقيقة •

كما أنشأ الألمان فعلا صاروخا هاما من أربع مراحل أثناء الحرب العالمية الثانية ، واستخدموه في العمليات الحربية على

نطاق ضيق . وهو الصاروخ المعروف باسم راينبوت (Rheinbote) وكان يستخدم الوقود الصلب ، وقدر مداه بمائة ميل . وحديثا أطلقت في الولايات المتحدة صواريخ من مرحلتين ، المرحلة الأولى منها هي ف ٢ والثانية صاروخ أمريكي صغير يعرف باسم واك كوربورال (W.A.C.Corporal)

وقد نشرت في السنوات القليلة الماضية أبحاث وحسابات توضح كيف يمكن باستخدام أنواع الوقود والمواد الحالية بناء صواريخ قادرة على الافلات من الأرض حاملة وزنا صغيرا من الأجهزة الأوتوماتيكية كما استخدمت تصميمات بارعة لاستخلاص آخر قطرة من مزايا مبدأ تعدد المراحل وفقا للقاعدة الأساسية في اقتصاديات سفن الفضاء ألا وهي : «يجب ألا يحمل أي وزن لا فائدة منه لحظة واحدة أكثر من اللازم» .

فمن الواضح مثلا انه من الاسراف في الطاقة استمرار حمل خزانات الوقود الكبيرة وهي فارغة تقريبا . فلو أنشأنا هذه الخزانات من وحدات صغيرة يسقط كل منها بعدفراغ محتوياته لحققنا كسبا كبيرا في الكفاية ولو على حساب التعقيد في البناء . وقد أطلق على هذه الطريقة في التصميم « البناء بالخزانات المستهلكة » . وقد وضعت عدة مشاريع مبنية على هذا المبدأ . وقد أثبت جاتلاند وكونش وديكسون من أعضاء الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب مثلا أنه يمكن اطلاق وزن نافع قدره ١٢٠ أرطال في مدار حول الأرض باستعمال محركات

ف ٢ في صاروخ ذي ثلاث مراحل وزنها الكلي ١٥٠ طنا . والمرحلة الاولى منها تحركها مجموعة من سبعة محركات من طراز ف ٢ (وتستخدم بالاضافة الى ذلك عددا كبيرا من المقويات ذات الوقود الجاف عند الاقلاع) . ويحمل وقود هذه المرحلة في خزانين كبيرين في المقدمة (ويقذف هذان أولا) وفي مجموعة من الخزانات الحلقية تكون جسم الصاروخ وتستقر داخلها المرحلتان الثانية والثالثة .

ولا شك أن استخدام صاروخ يزن ١٥٠ طنا ليطلق ١١٠ رطلا من الأجهزة في مدار قريب من الأرض يبدو مجهودا ضخما مقابل كسب ضئيل . ولكننا يجب أن نلفت نظر القارىء الى أن هذا التصميم لم يستخدم سوى أنواع الوقود والمحركات الموجودة حاليا . ومع التحسينات المنتظرة في أداء الصواريخ مستقبلا يمكن لقذائف أصغر كثيرا أن تؤدي نفس العمل . فلو استخدمنا الايدروجين بدلا من الكحول مثلا كوقود لأمكن لصاروخ يزن ٣٠ طنا تقريبا أن يحصل على سرعة مدارية مع وزن نافع قدره ١١٠ أرطال ـ ويستطيع صاروخ يزن ٥٠ طنا أن يفلت من الأرض نهائيا .

فالصاروخ المتعدد المراحل اذا يمكننا من ترك الأرض في شخصه على الأقل . ويغلب أن تتم المرحلة الأولى في استكشاف الكواكب بهذه الطريقة . لأن بناء الصواريخ الموجهة وان كان يتضمن مشاكل هندسية معقدة الا أنه أقل نفقة من بناء سفن

للفضاء تحمل ملاحين آدميين • ولايرجع ذلك لـكون الأوزان النافعة أكبر كثيرا فقط ، ولكن هناك أسبابا أبعد أثرا من ذلك• فالصاروخ الموجه يقذف في الفضاء ويرسل معلوماته باللاسلكي الى أن تنتهي طاقته الكهربائية أو يبتعد خارج مدى اللاسلكي ، وعندئذ يمكن « شطبه » واعتباره في حكم المفقود ، ولـــكن سفينة الفضاء عليها أن تحمل وقودا لرحلة العودة وما قـــد يتخلل ذلك من هبوط واقلاع • فاذا أدخلنا ذلك في اعتبارنا لوجدنا الوزن الابتدائي لسفينة الفضاء التي تستـــخدم الوقود الكيمائي وتنطلق من الأرض يقدر لا بالمئات فقط بل بمئـات الآلاف من الأطنان • ويصبح هذا المشروع خياليا ان لم يكن مستحيلا تماما • وسنرى فيما بعد كيف يمكن التغلب على هذه الصعوبة ولنبحث الآن احتمالات الصواريخ الأوتوماتيكية التي يمكن أن نسميها « قذائف الاستطلاع »

وقد صنعت فعـــلا كميـــات كبيرة من الأجهزة العلميـة لاستخدامها في الصاروخ ف ٢ وغيره من صواريخ الارتفاعات العالية • وقد تضمنت بعض التجارب الأولى آلات تصـــوير سينمائية وضعت في أغلفة مناسبة حول قاعدة الصاروخ ، وأمكن بذلك الحصول على أشرطة مدهشة تظهر فيهـــا الأرض وهي تسقط بينما يرتفع الصاروخ الى الفضاء • ولا شك أنه قبـل مضي زمن بعيد ستحمل الصواريخ أجهزة تليفـــزيون حتى تتلافى مشكلة استعادة الأشرطة •

وهذه السجلات المصورة مع ما فيها من الغـــرابة والاثارة وبعض الأهمية لعلم الارصاد الجوية ، أقل أهميـــة بكثير من المعلومات الأخرى التى ترسلها الأجهزة المحمولة ضمن الوزن النافع للصاروخ • أما الآن وقد أصبح ممكنا ارسال أجهـــزة لأول مرة لتلك المناطق التى لم يسبق ارتيادها فقـــد بدأ فن جديد كامل فى النمو وهو فن تصميم الأجهزة الصغيرة جـدا وارسال القياسات بالراديو • والمشكلة هى تصميم أجهـــــزة صغيرة خفيفة ترسل قراءاتها على موجة لاسلكية حاملة ، أثناء طيران الصاروخ بحيث يمكن الاحتفاظ بسجل متصل لها فى المحطات الأرضية • وهذا يعنى الاستغناء عن استعادة الأجهـزة وهو أمر لا يحتمل حدوثه فى حالتنا هذه • فمهما حـــدث للصاروخ فستكون المعلومات قد تجمعت بأمان عـــلى الأرض بوساطة آلات التصوير والمسجلات •

وتستطيع بعض أجهزة الراديو التى استعملت فعـــلا فى الصاروخ ف ٢ ارسال قراءات خمسين جهازا منفصلا ، وتحمل هذه الاذاعات موجات ذات ذبذبة عالية جدا حتى لا يستطيـع الأيونوسفير أن يحجزها • ولما كانت الارتفاعات التى وصلت اليها هذه الصواريخ محدودة فقد كان المدى المطلوب فى هذه الأجهزة نحو ٢٠٠ ميل فقط • أما المسافات بين الكواكب فيمكننا الارسال عبرها باستعمال طرق خاصة (ويجب أن نذكر أننـا حصلنا فعلا على أصداء لاسلكية من القمر وهو عمل أصعب

مئات المرات من ارسال اشارة فى اتجاه واحد لنفس المسافة »
ومن المؤكد أننا سنستطيع فى العقد التالى أن نبنى صاروخا يدور حول الأرض حاملا آلة تصوير تليفزيونية صغيرة ، وأجهزة ترسل الى الأرض اشارات بقياساتها لكثافة الأشعة فوق البنفسجية والكهربية خارج نطاق الجو وغيرها من المعلومات ذات الأهمية العلمية والفنية . وستؤدى هذه المعلومات الجديدة الى تقدم عظيم فى علم الأرصاد الجوية والمواصلات اللاسلكية فضلا عن غيرها من العلوم .

ومن الواضح أن هذه الصواريخ المدارية ستكون ذات أهمية عسكرية كبرى ، وهى حقيقة تؤكد للأسف سرعة انتاجها . ولا يسع المرء الا أن يتساءل عن موقف الساسة ورجال القانون الدولى عندما تبدأ الصواريخ فى الدوران حول الأرض غير آبهة بالحدود الجغرافية تحتها . ولا شك أن هناك حدا للمدى الذى تستطيع أى أمة أن تدعى فيه ملكية الفضاء فى الاتجاه الرأسى . ومتى تم الاتفاق على هذا الحد فلن يكون لأى أمة الحق فى الشكوى لو قامت احدى جيرانها بعمل استطلاع صاروخى ما دامت على الارتفاع القانونى .

وسنعود فى الفصل الخامس عشر الى ذكر الأعمال التى ستتحقق بفضل الصواريخ المدارية أما الآن فسنطرق موضوعا أكثر اثارة ألا وهو ارسال قذيفة أوتوماتيكية الى القمر . فلو حصل صاروخ أحسن توجيهه على سرعة الافلات ، وصل الى

القمر فى أقل من خمسة أيام بعد تركه للأرض فاذا استرجعنا الصورة التى رسمناها لمجال جاذبية الأرض (شكل ٩) نجد أنه متى وصلت سرعة الصاروخ الى ٢٥٫٠٠٠ ميل فى الساعة ــ وهذا لا يستغرق أكثر من بضع دقائق من الطيران بقـــوة المحركات ــ استمر فى السير لأعلى دون اســـتعمال المحركات فاقدا لسرعته باستمرار حتى يصبح بعـــد ابتعاده عن الأرض بمسافة كبيرة يتحرك بسرعة لا تزيد عن بضـــع مئـــات من الأميال فى الساعة ، ولكن للقمر مجال جاذبيته الخاص ، وهو صورة مصغرة من مجال الأرض ، فلو رجعنا الى تشبيـــــهنا المجال بالحفرة ، نرى أن على مسافة ما من حفرتنا التى عمقها ٤٠٠٠ ميل تقع حفرة أخرى ولكن عمقها فى هذه المرة ليس سوى ١٧٠ ميلا فقط . فاذا سقط الصاروخ فى هذه الحفـرة أثناء اقترابه من القمر (أو بتعبير مألوف ــ اذا وقع فى مجال جاذبية القمر) بدأت سرعته فى الزيادة حتى لتصل عند لحظة الاصطدام الى ٥٠٠٠ ميل/الساعة أو أكثر .

ومع ذلك ، فلو وجه الصاروخ الى جانب القمـــر قليلا بدلا من توجيهه الى القمر مباشرة ، واستخدمت المحركات فى الوقت المناسب لأمكن أن تدخل القذيفة فى مدار حول القمر وتستمر فيه الى ما لانهاية وعندئذ يمكن أن ترسل بالتليفزيون صـــورا قريبة لوجه القمر المنظور وأخرى للبقاع المختفية عـلى وجهه الآخر (نعد فى هذه الحالة أول صورة لها) «١»

(١) تم ذلك فعلا ..

ولن يكون القمر هدفنا الأوحد ، وسنبين فى الفصل التالى كيف أنه متى أمكن الافلات من الأرض فان الرحلة الى الكواكب ، وان كانت أبعادها تقدر بمئات الملايين من الأميال ، لن تحتاج الا الى زيادة قليلة فى الطاقة ومثال ذلك أنه بينما تلزمنا سرعة ابتدائية قدرها ٢٥٫٠٠٠ ميل/الساعة للوصول الى القمر الذى يبعد عنا بمسافة ٤٢٠٫٠٠٠ ميل يصل الصاروخ الذى صح توجيهه الى الزهرة (أقرب مسافة ٢٦٫٠٠٠٫٠٠٠ ميل) لو بدأ بسرعة ٢٦٫٠٠٠ ميل/الساعة . وبنفس هذه السرعة تقريبا يمكن الوصول الى المريخ (أقرب مسافة ٣٥٫٠٠٠٫٠٠٠ ميل) . وفى هذه الحالة أيضا يمكن اذا كانت أجهزة التحكم الأوتوماتيكى على درجة كافية من الدقة أن يتخذ الصاروخ لنفسه مدارا حول الكوكب ويرسل المعلومات بالراديو من هناك الى الأرض .

وفى اللوحة رقم (٩) صورة لمثل هذه القذيفة فهذا الصاروخ الصغير (وهو آخر مرحلة من صاروخ أكبر كثيرا) قد ترك الأرض منذ ٢٥٠ يوما سار فيها سيرا حرا كالشهاب على الطريق المؤدى الى المريخ بأقل قدر من الوقود . وقد استنفد الآن آخر احتياطيه ، واتخذ لنفسه مدارا حول المريخ الى الأبد وقد أخذ الآن فى استكشاف سطح الكوكب تحت اشراف مخ اليكترونى صغير وان كان فى غاية التعقيد . وتقوم آلةالتصوير بتصوير الأرض تحت الصاروخ ، وترسل الصور الناتجة

بعيدا الى الأرض فى شعاع لاسلكى رفيع • ولا يحتمل أن يكون التليفزيون الحقيقى ممكنا بجهاز صغير كهذا على هــذا المدى البعيد وأقصى ما يمكن انتظاره هو ارسال صورة عادية على فترات متقطعة وستكون هذه على أية حال كافية للأغراض المطلوبة منها • وبالأضافة الى ذلك يمكن تسجيل قياســات طيفية ومغنطيسية وغيرها وارسالها الى الأرض • ويدور هذا الصاروخ على بعد ١٠٠٠ ميل من سطح المريخ متما دورته فى خمس ساعات ، بحيث تتغير فى هذه المدة صورة الكوكب فيبدأ من المحاق الى أن يصل الى التمام ثم يعود مرة ثانية الى المحاق •

ولا ريب أن هذا الصاروخ سيبدو غريبا لمن يتخيل الصواريخ قذائف مسحوبة ، انسيابية مدببة الأنف • ولكن هذه المظاهر ليست كمالية فحسب بل انها تعد اسرافا فى الصـــواريخ التى تسير فى الفضاء الخالى من الهواء • أما صاروخ الاستطلاع هذا فسيكون عند الصعود فى جو الأرض محمولا داخل صـاروخ أكبر كثيرا وتكون أذرعته فى هذه المرحلة مطوية فى الغالب ثم تنفرد عندما يدخل فى الفضاء •

ويشمل بناء هذا الصاروخ مسائل غاية فى الصــــعوبة فى الالكترونيات والمواصلات ولكن حل هذه المسائل وبناء الصاروخ ليس مستحيلا • ولذلك يغلب على الظن أننا سنرسل مثـــل هؤلاء الرواد ليمهدوا الطريق وليوافونا بمجريات الأمور قبل أن نبدأ رحلاتنا حول المجموعة الشمسية •

الفصل الخامس

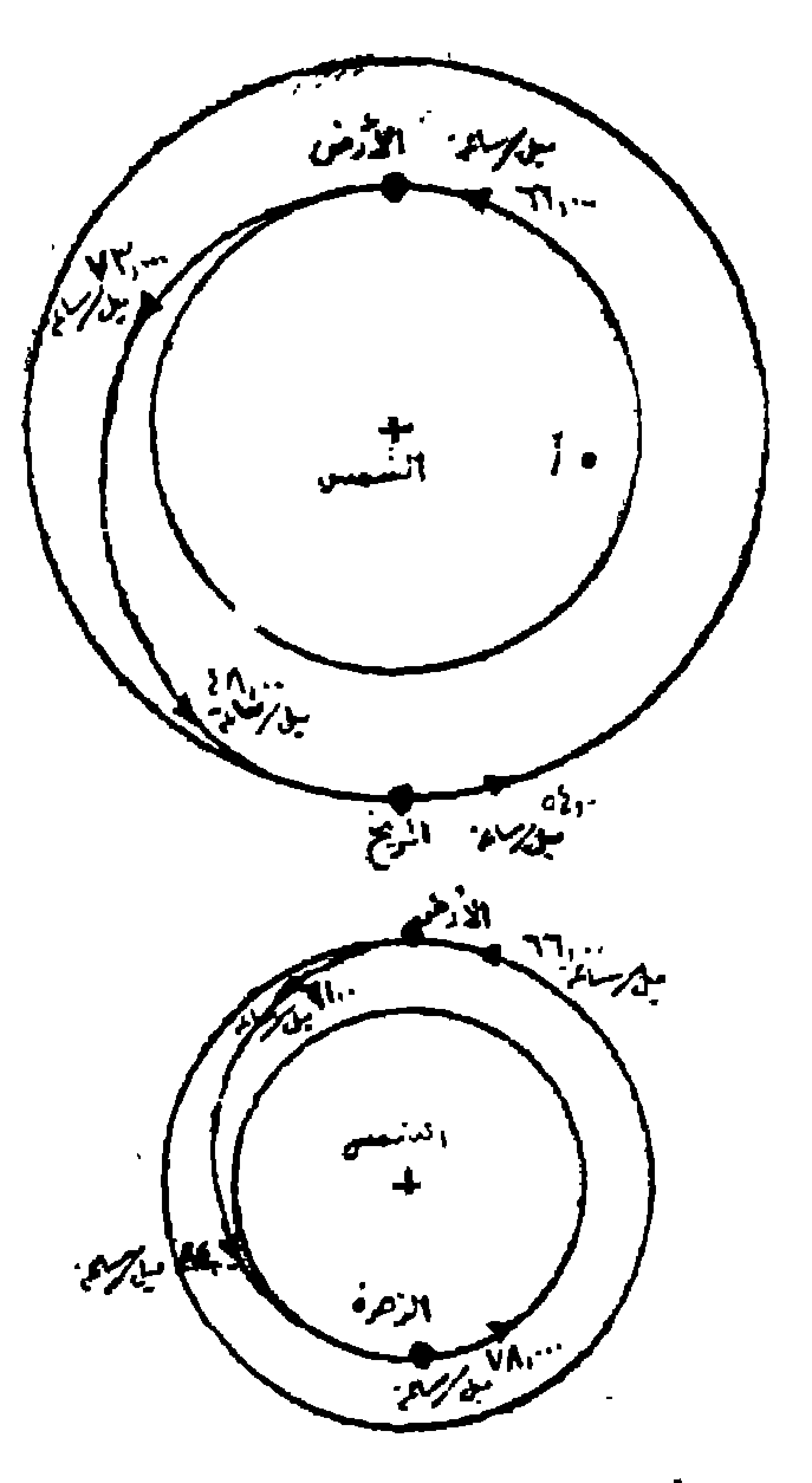
الطريق الى الكواكب

طرقنا في الفصل السابق موضوع المدارات بين الـــكواكب بمقارنتها بمجرد السفر حول القمر • وقد قررنا لدهشـــــة القارىء ، أنه في ظروف مواتية يمكن الوصول الى الكواكب بمجهود لا يزيد كثيرا عن المجهود اللازم للوصول الى القمر • ويجب أن ندرس هذه النقطة بدقة قبل أن نتقدم لبحث سفن الفضاء الحقيقية التى تحمل المسافرين •

وقد استطعنا عند التفكير في الرحلة من الأرض الى القمر أن نغفل كل شيء في الفضاء عداهما ، لأنهما قريبان جدا من وجهة النظر الفلكية • أما حين نفكر فى الرحلة من الأرض الى أحد الكواكب فهذا الوضع يتغير لأننا يجب أن نعمل حســـابا لوجود الشمس •

والسبب فى ذلك غاية فى البساطة ، فان مجال جاذبية الشمس القوى هو الذى يبقى الكواكب قريبها وبعيدها فى مداراتها التى وصفناها فى الفصل الثانى • ويمكن أن نتصور أن تأثير الشمس يحدث « حفرة للجاذبية » مثل حفرة الأرض ولكنها أعمق كثيرا — فعلى نفس المقياس الذى استعملناه من قبل لا يكون عمقها ٤٠٠٠ ميل بل ١٢٫٠٠٠٫٠٠٠ ميل ! وتدور الكواكب فى أبعادها المختلفة كمجموعة من راكبى الموتوسيكلات واحدا فوق الآخر على نموذج عملاق من « جدار الموت » •

وللانتقال من كوكب خارجى الى كوكب داخلى ، علينا أولا تقليل السرعة للسقوط نحو الشمس وعند الاقتراب من مدار الكوكب الثانى يجب أن نقلل السرعة مرة أخرى لتصبح مساوية لسرعة الكوكب الثانى • وبنفس الطريقة يعنى الانتقال الى كوكب خارجى زيادة السرعة أولا للتسلق للخارج ، ثم زيادة السرعة قليلا عند المرور بالكوكب الثانى لتصبح مساوية لسرعته للبقاء بجانبه وقد بينا فى (شكل١٠) هذه المناورات والسرعات اللازمة لها بالنسبة للزهرة والمريخ • والتغييرات فى السرعة تحدد كمية الطاقة اللازمة للصعود والهبوط على منحدر مجال جاذبية الشمس •



شكل ١٠، أسهل الطرق إلى
المريخ والزهرة.

ومن حسن حظ علم السفر في الفضاء أن منحدر جاذبية الشمس على الأبعاد التي توجد عندها الكواكب بسيط نسبيا فلا يستلزم سوى القليل من الطاقة للحركة عليه • والواقع أنه في معظم الحالات يحتاج الافلات من مجال جاذبية الكوكب نفسه ـ أي في الألف ميل الأولى من الرحلة تقريبا ـ الى طاقة

أكثر من الرحلة من مدار الى مدار وهى مسافة قد تصل الى عشرة آلاف مرة قدر المسافة الأولى .

وهنا نؤكد مرة أخرى أن السفر من كوكب لآخر لايستلزم استخدام القوة الصاروخية الا لدقائق قليلة فى بداية ونهاية الرحلة ، فاذا ما حصل الصاروخ على سرعة ابتدائية صحيحة تبعت ذلك تلقائيا فترة أطول كثيرا من الطيران الحر .

وفى هذه الناحية يوجد تشابه كبير بين سفينة الفضاء وقذائف المدفعية . فمتى أطلقت القذيفة فى الاتجاه الصحيح ، لاتحتاج لبذل شغل آخر عليها مهما كانت المسافة التى يجب أن تقطعها كبيرة وهكذا الحال فى سفينة الفضاء مع الفارق الهام وهو أن القذيفة تكتسب سرعتها فى بضعة أقدام بتسارع هائل بينما يمكن لسفينة الفضاء أن تبنى سرعتها فى آلاف الأميال بتسارع يمكن للركاب الآدميين أن يتحملوه . ومع ذلك فيمكن اهمال هذه المسافة بالنسبة لطول الرحلة الكلى كما هو الحال فى نسبة ماسورة المدفع الى مسار القذيفة . ولذلك سنهمل فترة التسارع الأولى عند بحث السفر بين الكواكب ونتصور أن السفينة قد بدأت رحلتها بالسرعة المطلوبة .

والمدارات المبينة بشكل ١٠ ليست بحال من الأحوال هى الطرق الوحيدة المؤدية من الأرض الى المريخ والزهرة ، ولكنها أكثر هذه الطرق اقتصادا . وهناك طرق أقصر وأسرع منها ، بيد أنها تحتاج لانفاق طاقة أكبر كثيرا . وقد يمكن

السفر من كوكب لآخر فى خط مستقيم باستعمال قوة غير محدودة ، ولكن هذا سيظل حلما بعيد التحقق لمدة طويلة بعد أن يصبح علم السفر الى الفضاء علما راسخ الأركان . ومن السهل أن ندرك السبب فى أن الطرق المبينة فى شكل ١٠ هى أسهل الطرق بين الكواكب . فالصاروخ يقلع ويهبط ـ اذا صح استخدام هذين التعبيرين فى هذه الحالة ـ فى نفس الاتجاه الذى تتحرك فيه الكواكب فعلا . أما الطرق الأقصر فتقابل مدارات الكواكب بزاوية ، وبذلك فهى تحتاج الى تغييرات أكبر فى السرعة ليتم تطابق السرعات .

وهناك نقطة أساسية بخصوص هذه المدارات ، وهى أننا لا نستطيع الاقلاع الى المريخ أو الزهرة فى أى وقت نشاء ، فيجب أن تحسب لحظة البداية بحيث أنه عندما تصل السفينة الى مدار الكوكب نجد الكوكب هناك أيضا ، وفى حالة الرحلة الى الزهرة وهى تستغرق ١٤٥ يوما تقطع الزهرة ٣/٤دورتها حول الشمس تقريبا بينما تكون السفينة متجهة لمقابلتها . فاذا لم يكن الميعاد مضبوطا ، أو اذا نفد وقود السفينة ولم تتمكن من مطابقة السرعات ، فانها تسبق الزهرة وتنحرف عائدة الى مدار الأرض متممة القطع الناقص ، وعائدة الى نقطة البداية بعد ٢٩٠ يوما من الانطلاق . ولكن الأرض ، لسوء حظ الركاب ـ ان كانوا لا يزالون على قيد الحياة ـ تكون على مسافة بعيدة جدا من هذا المكان ولن يوجد من ينقذهم .

والواقع أن سفينة الفضاء ستضطر للقيام بخمس دورات كاملة حول الشمس تستغرق أربع سنوات قبل أن تقترب من الأرض ثانية !

وقد يكون ضبط المواعيد في حياتنا العادية ـ أو لا يكون ـ أمرا خطيرا ، بيد أنه في السفر بين الكواكب يكون حتما أمرا مميتا .

ويمكننا الآن أن نلخص ما تتطلبه أي رحلة بين الكواكب فيما يلي :

١ ـ على السفينة أن تستجمع سرعة كافية للافلات من الأرض ويجب أن تتبقى لديها بعد ذلك سرعة كافية لادخالها في « مدار الرحلة » المطلوب . وهذا يعني أن تبدأ بسرعة أكبر من السرعة اللازمة للافلات ـ وان كانت الزيادة في معظم الأحوال زيادة ضئيلة .

٢ ـ عندما تصل السفينة الى الكوكب المقصود عليها أن تستخدم القوة الصاروخية لتطابق سرعة الكوكب ولتنزل بأمان في مجال جاذبية الكوكب .

ويظهر من ذلك أننا نحتاج في هذه الحالة الى عمل أكبر بكثير من ذلك الذي يتطلبه ارسال قذيفة موجهة لاستكشاف كوكب آخر . ففي هذه الحالة لدينا التعقيد الاضافي الذي يتطلبه الهبوط ، ونحن لم نبحث بعد رحلة العودة !

والواقع أن هذا العامل الأخير هو الذي يجعل مشكلة السفر

بين الكواكب غاية في الصعوبة . فمع أن هناك من يقبلون القيام برحلات كهذه في اتجاه واحد ، حبا في المخاطرة ، أو في سبيل العلم (خاصة اذا كانت هناك فرصة للحياة بعد الهبوط) غير أنه ليس من المعقول أن نضع خطة جادة على هذا الأساس . فيجب على سفن الفضاء أن تحمل وقودا يكفي للرحلة الكاملة ذهابا وايابا ، وهي تتضمن نفس المشاكل ونفس التغييرات في السرعة التي تتضمنها رحلة الذهاب .

ويمكن هنا أن نقرر فورا أنه ليس من المحتمل استكمال مستلزمات أبسط الكواكب ذهابا وايابا باستعمال الصاروخ المتعدد المراحل ذي الوقود الكيمائي فحسب . فالوزن الابتدائي سيكون هائلا قد يصل الى ملايين الأطنان . فهل يعني ذلك اننا اذا كنا نستطيع ارسال أجهزة تليفزيون الى الكواكب فلن نستطيع الذهاب اليها بأنفسنا ؟ أم هل يجب علينا أن ننتظر استنباط وقود جديد عظيم القوة ، الأمر الذى قلنا في فصل ٣ انه بعيد الاحتمال ؟

هناك حل لهذه المشكلة . والواقع أن هناك حلين على الأقل أحدهما محتمل والآخر مؤكد . لأنه وان كانت زيادة أداء الصاروخ زيادة كبيرة باستعمال الوقود الكيمائي مستحيلة ، فهناك ما يدعو للاعتقاد بأننا سنستطيع مستقبلا الجام الطاقة الذرية واستخدامها في الدفع الصاروخي . وسيحل ذلك مشكلتنا قطعا وان كان من الحكمة عدم الاعتماد عليه . أما الحل

الثانى وهو لا يتضمن أى اختراعات جديدة أو كشوف نظريه ولكنه مبنى على فكرة تبدو بالرغم من بساطتها مغرقة فى الخيال: فاذا لم نستطع بناء سفينة للفضاء تقوم بالرحلة بين الكواكب مرة واحدة ، فسنجزىء هذا العمل الى عدد من المراحل المنفصلة ونعيد تزويد السفينة بالوقود عندما يلزم ذلك .

فلا يمكن لأى سيارة مهما كان خزانها كبيرا أن تطوف حول العالم دفعة واحدة ، ولكن أى سيارة تستطيع ذلك متى وقفت عددا كافيا من المرات . وقد يعترض معترض بعدم وجود محطات للتزود بالوقود فى الفراغ ، وهذا صحيح غير أنه ما من سبب يمنع من ايجادها هناك .

« فالتزود بالوقود فى المدار » كما سمى بذلك ، هو مفتاح السفر بين الكواكب . وهو يعتمد ببساطة على أنه متى وصلت سفينة الفضاء الى سرعتها الدائرية خارج الغلاف الجوى فانها تستمر فى مدارها هذا الى مالا نهاية دون استخدام أى طاقة ، وعندئذ يمكن أن تتسلق صواريخ أخرى من الأرض الى نفس المدار ، ويمكنها مادامت تطير بنفس السرعة أن تنقل الوقود الى خزانات السفينة الفارغة حتى تمتلىء ، فتصبح عندئذ قادرة على ترك الأرض والسفر الى الفضاء . ولما كانت تمتلك سرعة مدارية قدرها ١٨٫٠٠٠ ميل /الساعة والسرعة اللازمة للافلات هى ٢٥٫٠٠٠ ميل /الساعة ، فتكون السرعة الاضافية التى تحتاج اليها لتترك الأرض تماما ليست سوى ٧٠٠٠ ميل/ الساعة .

وقبل أن نبحث هذه العملية بالتفصيل ، يجدر بنا أن نبحث المشاكل الأساسية التي يتضمنها بناء سفن الفضاء لرحلة بسيطة ، مثل الدخول في مدار دائري حول الأرض . فاذا ما أثبتنا امكان القيام بمثل هذا العمل ، فان الأعمال الأصعب في الملاحة بين الكواكب لن تتطلب الا امتدادا لنفس الطريقة .

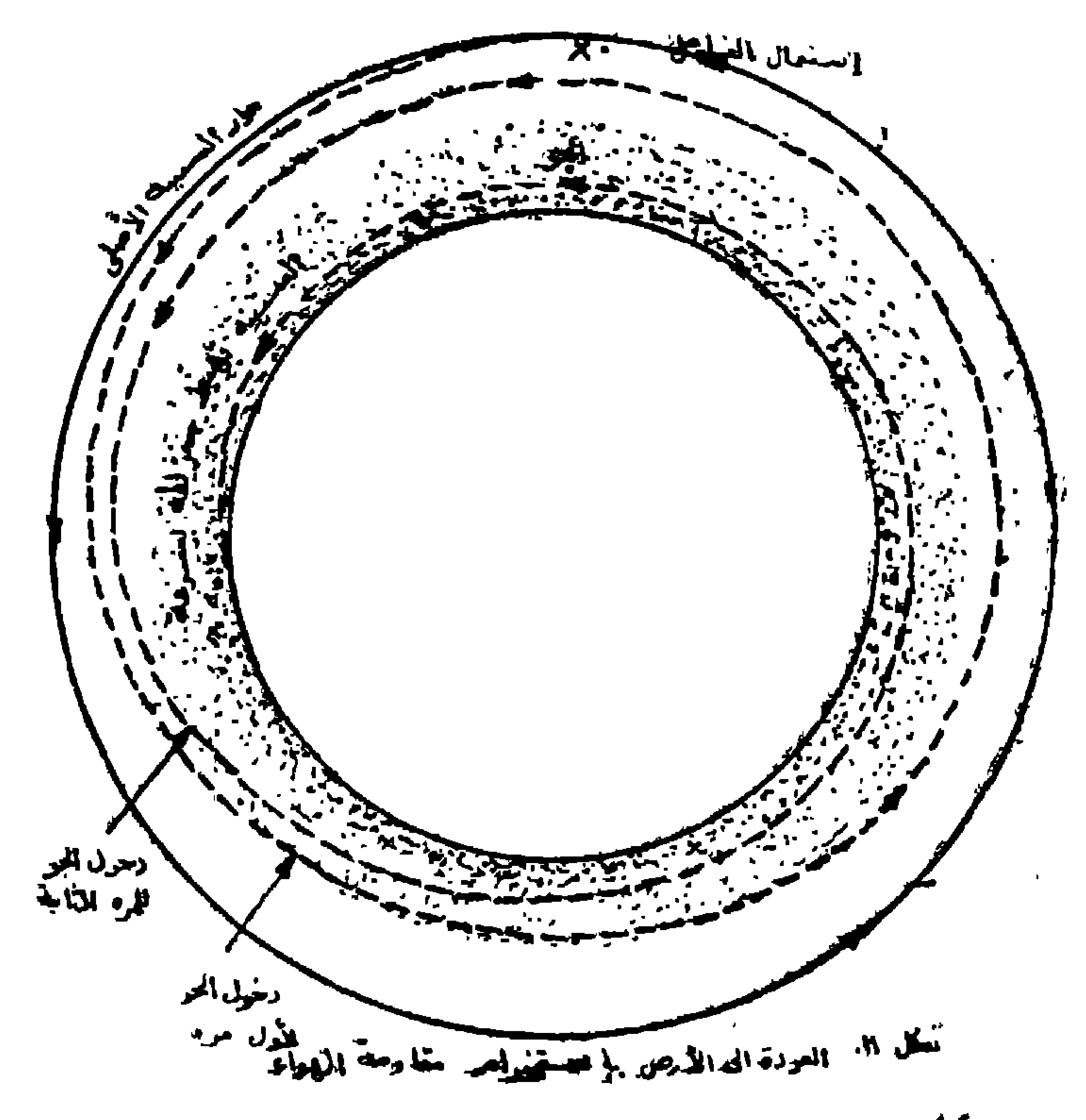
ويمكن اعتبار الرسم الموجود في اللوحة ١ نواة لسفينة الفضاء (وقد جاء ذكره في صفحة ٩٧) وقد صمم هذا المشروع ليصل بعد احتراق الوقود الى سرعة قدرها ٥٠٠٠ ميل/الساعة ترفعه الى ارتفاع ٢٢٥ ميل . ولا تحتوى الكابينة الا على الطيار والأجهزة اللازمة لسلامته أثناء الرحلة (وسنبحث وظيفة هذه الأجهزة في الفصل السادس) .

وسيصبح بناء صواريخ وحيدة المرحلة من هذا النوع تحمل انسانا وتصل سرعتها الى ١٥٠٠٠ ميل/الساعة وارتفاعها الى ٢٠٠٠ميل - وسيصبح ممكنا باستخدام أنواع الوقود والمحركات التي ينتظر استعمالها مستقبلا . ولكنها لن تتمكن من الوصول الى السرعة المدارية وستضطر للعودة الى الأرض .

وللدخول في مدار نحتاج لصاروخ ذى مرحلتين كالذى جاء ذكره في الفصل الرابع . ولو أننا نحتاج الى وقود أقوى كثيرا مما نستخدم حاليا حتى مع هذا التصميم . وعلى أية حال، فيمكن تحقيق ذلك واطلاق الصاروخ المجنح الصغير كتابع صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع بضع مئات من الأميال متما دورة كاملة في ٩٠ دقيقة .

ولكن كيف يعود القائد ؟ فان تقليل السرعة باستخدام محرك الصاروخ فقط ، يتطلب من الجهد نفس المقدار المبذول لزيادتها . وطالما تمتلك سفينة الفضاء سرعتها فهى لا تستطيع أن تترك مدارها ، شأنها فى ذلك شأن القمر .

وهنا يصبح جو الأرض فى جانبنا ، بعد أن كان عند الصعود حربا علينا . فلنفرض أن السفينة ما زالت تحتفظ ببعض الوقود ، ولنفرض أنها استدارت بطريقة ما فى الفضاء حتى أصبحت محركات الصاروخ فى اتجاه الحركة . فادارة



شكل ١١: العودة الى الأرض باستخدام مقاومة الهواء

الصاروخ الآن تنقص سرعة السفينة وتجعلها تسقـــط نحو الأرض • ويكفى التغيير البسيط فى سرعة السفينة لتغيـــير مدارها من دائرى الى بيضاوى يمس الجـــو • فاذا ما دخلت السفينة فى طبقات الجو العليا ، فان مقاومة الهواء ستقلل من سرعتها ثانية كما ستزداد حرارتها نتيجة للاحتكاك • ولا خوف من أن تصل السفينة الى درجة التوهج اذا كان دخولهـــا الى الجو على الزاوية الصحيحة ، لأن سرعتها تكون أقل بكثير من السرعات التى تؤدى بالنيازك الى نهايتها الخاطفة •

وفى أول تلامس للسفينة مع الجو ، لا تبقى داخل الجو الا دقائق قليلة قبل أن تندفع خارجة الى الفضاء • ولكنها تدخل مسافة أكبر فى التقائها الثانى بالجـو نظرا لانخفاض سرعتها ،

وبعد حين تبقى السفينة داخل الجو تماما ، وتستطيع عندئذ الهبوط كطائرة شراعية تقل سرعتها تدريجيا لمقاومة الهواء •

وقد بينا هـذه العملية (التى تسمى الدخول ببيضـــاوى الاحتكاك) فى شكل ١١ • ولهذه العملية أهمية عظمى ، فهى تعنى عدم الحاجة الى استخدام القوة الصاروخية فى الهبـــوط على الكواكب ذات الغـــلاف الجـــوى الكثيف نوعا كالأرض والزهرة ، وربما أيضا المريخ • والحق أننا نحتاج الى الشىء الكثير من المعـــرفة فوق ما نملك الآن لنقـــرر أى نوع من الأجنحة وأسطح التوجيه تلزم لهذه المناورة • ولكن الدراسات التى تمت فى هذا الشأن تشير الى امكان الهبوط بهذه الطريقة

•• وسيكون لهـــذه الطائرة الشراعيـة مدى يحيط بالأرض تقريبا ، نظرا لسرعتها الابتدائية الكبيرة •

وقد بدأنا الآن في تكوين صورة لســفينه الفضـــاء التى سنستعملها في رحلاتنا الأولى • وستكون صاروخا ذا مرحلتين أو ثلاث مراحل يزن بضع مئات من الأطنان ويطلق غالبا من هضبة مرتفعة قرب الاستواء • وفي ذلك عدة مزايا لا يعـــد أيها ـ اذا أخذت متفرقة ـ ذا بال ، ولكنها مجتمعـة تحـدث وفرا هاما في الوقود • فاطلاق الصاروخ من ارتفاع كبير يقلل الخسائر الناجمة عن مقاومة الهواء وهو فوق ذلك يعنى دخول الصاروخ سريعا في الفضاء حيث تزداد كفايته كثـيرا • أما الاقلاع من خط الاستواء ، فهو يزود السـفينة بسرعة قدرها ١٠٠٠ ميل/الساعة في الاتجاه الأفقى ، وهى مساهمة متواضعة ولكنها نافعة للحصول على سرعة ١٨٠٠٠ ميل / الســاعة المطلوبه •

وعلى ارتفاع خمسين ميلا تقريبا ، يوجه الصـــاروخ ببطء نحو الشرق ، بحيث تدخل السفينة في مـــدار أفقى (خارج الغـــلاف الجوى بقليل) • فاذا اعترض أحد على هذا التعبير النافع ، مشيرا بحق الى أنه ليس للغلاف الجوى حد ، سنعرف المقصود من هذه العبارة بأنه « للارتفاع الذى تقل فيه المقاومة الاحتكاكية لدرجة يبقى معها الجسم في مداره للمدة المطلوبة » •• وقد يكون هذا الارتفاع مائتى ميل فقط بالنسبة لصاروخ

عليه أن يدور حول الأرض لبضعة أيام فقط • أما في حالة بناء دائم مثل « محطة الفضاء » المذكورة في الفصل الخامس عشر فقد يكون الحد الأدنى للارتفاع ٥٠٠ أو ١٠٠٠ ميل •

أما المراحل السفلى من الصاروخ والتى تلقى خلال تسلقه فى الغلاف الجوى فتسقط على خط يمتد شرقا من موقع الاطلاق • أما النقط الفعلية التي تسقط فيها فتتوقف على سرعتها وارتفاعها عند الانفصال وقد تدور المرحلة قبل الأخيرة دورة كاملة حول الأرض قبل سقوطها • وهذا يعنى أن نقطة الاطلاق يجب أن تقع فى الطرف الغربى لمنطقة ضيقة طويلة جدا غير مأهولة بالسكان ، هذا لو تركنا المراحل الفارغة تسقط بحرية •

والحل الآخر هو هبوط المراحل بالمظلات الوافية حتى يمكن استعادة المراحل السفلى من الصاروخ ، واتقاء شرها • وأفضل طريقة ـ ولا شك أنها طريقة عملية مع غرابتها ـ هى أن تكون المراحل المختلفة طائرات شراعية مستقلة ، تعود الى قواعدها تحت الارشاد اللاسلكى أو بقيادة الطيارين • ومن المؤكد أن اجراء من هذا القبيل سيتخذ بالنسبة للمرحلة الأولى التى ستكون أكبر من جميع المراحل الأخرى معا ولها بالتالى قيمة كبيرة •

وعندما نتمكن من اقامة توابع صناعية بهذه الطريقة ، سيتقدم علم السفر فى الفضاء بسرعة كبيرة • وسوف نبحث بعض

الفوائد العلمية والتجارية لهذه التوابع فى فصل تال . أما الآن فلا يهمنا الا قيمتها كنقط للوثوب الى الكواكب .

فان صاروخا فى مدار حول الأرض لهو فى مركز مثالى لبداية رحلة بين الكواكب . فهو أولا يمتلك سرعة ابتدائية قدرها ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة وهو بذلك بالنسبة لمستلزمات الوقود ، قد قطع أكثر من نصف الطريق الى الكواكب (حتى وان كان لم يزد بعده عن الأرض عن بضع مئات من الأميال) .. وهو ثانيا فى فراغ مما يجعل محركاته تعمل بأحسن كفاية . وهو ثالثا فى حالة انعدام الوزن .

ومعظم الناس اليوم يدركون أن انعدام الوزن حالة طبيعية فى الفضاء ، نتيجة للقصص العديدة فى هذا الموضوع . وهم مع ذلك يعجزون عن توضيح سبب ذلك . ويجب أن نؤكد فورا أن لا علاقة لهذا التأثير بتناقص الجاذبية تبعا للبعد عن الأرض . فالانسان قد يشعر بانعدام الوزن فى صاروخ يرتفع مائتى ميل عن سطح الأرض حيث تكون قوة الجاذبية مساوية لقيمتها عند سطح الأرض تقريبا .

ويمكن توضيح هذا التناقض كما يلى : حقا ان جاذبية الأرض تعطينا شعورا بالوزن ، ولكن هذا لا يحدث الا عندما نقاوم أثرها . فالجاذبية « ج » تحاول أن تكسبنا تسارعا الى أسفل ويمنعها من ذلك ضغط الأرض أو المقعد الذى تجلس عليه . ارفع هذه الدعامات ، ودع الجاذبية تفعل فعلها ، وأنت

تشعر على الفور بانعدام الوزن • ونادرا ما نلاحظ ذلك عمليا لأن عقولنا فى مثل هذه المناسبات ـ وهى قصيرة جدا على أى حال ـ تكون فى شغل شاغل بأمور أهم • والمرة الوحيدة فى حياتنا العادية التى نحس فيها بهذا الشعور الوقتى بانعدام الوزن هى عندما نكون داخل مصعد سريع عندما يبدأ هبوطه ويعرف الهابطون بالمظلات أيضا هذا الشعور لجزء من الثانية قبل أن تتزايد مقاومة الهواء وتمنع التسارع غير المحدود •

والصاروخ الذى ينطلق حرا فى الفضاء ، وقد أوقفت محركاته ، لا يقاوم الجاذبية بل هو فى الواقع يترك الجاذبية تسيره كيفما تشاء • وأحيانا يقال لهذا الصاروخ انه فى حالة « سقوط حر » • وان كان هذا التعبير ليس مضبوطا تماما فكلمة سقوط عادة تعنى الحركة لأسفل • أما سفينة الفضاء فقد تتحرك الى أعلى أو أفقيا تحت تأثير الجاذبية فقط • ولذا فكلمة « مدار حر » أصدق من « سقوط حر » وفى هذه الحالة، والتى تبدأ لحظة ابطال محركات الصاروخ ، تفقد السفينة وركابها الوزن كلية • وتستمر هذه الحالة حتى اذا دخلت السفينة مجالا جاذبيا آخر كأن تقترب من القمر وتبدأ فى السقوط نحوه • ولذا فمن الهراء القول بزيادة مطردة فى الشعور بالوزن أثناء السقوط نحو كوكب آخر كما سبق أن ذكر بعض الكتاب • فستكون هناك زيادة فى قوة الجاذبية وزيادة فى التسارع ولكن الركاب لن

يشعروا بشيء من ذلك الى أن تدور محركات السفينة ثانية .
ولعل مسألة انعدام الوزن هذه كانت سببا فى البلبلة أكثر من أى شيء آخر فى علم السفر فى الفضاء . ويمكن أن نتجنب جميع المشاكل بتذكر القاعدة البسيطة التالية :

« فى خارج أى غلاف جوى ينعدم وزن سفينة الفضاء ومحتوياتها تماما طالما لا تعمل محركاتها » . ولا يؤثر مكان السفينة على ذلك اطلاقا ، سواء كانت قرب أحد الكواكب أو فى أعماق الفضاء .

أما عند ادارة المحركات ثانية ، فيحدث التسارع الناتج عن قوة دفع المحركات شعورا بالوزن مرة أخرى . وقد يتفاوت هذا الشعور من شد غير محسوس تقريبا الى ضغط ساحق يمنع المسافر من كل حركاته . ولا يستمر هذا الشعور الا طوال مدة عمل المحركات .

والآن بعد هذا الخروج عن موضوعنا الأصلى وله ما يبرره من أهمية البحث ، لنعد الى صاروخنا فى مداره الحر خارج الغلاف الجوى ، وهو يحمل ملاحيه ووزنه النافع ولكن خزانات الوقود قد فرغت تقريبا أثناء حصوله على السرعة المدارية .

والآن سيصعد من الأرض صاروخ آخر مشابه للأول ويتسلق الى نفس المدار ويتكون حمله النافع من مزيد من الوقود . ويمكن أن نسميه خزانا أو ناقل الوقود . وبوساطة

نفاثاته الموجهة يقترب الصاروخ الأول ويقف بالقرب منه .

وقد تثير هذه العملية دهشة من لا يدركون غرابة أحوال الفضاء . فيتساءلون كيف يمكن لآلتين تتحركان بسرعة لاتقل عن ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة أن يتما هذه المقابلة ؟

والاجابة على ذلك هي أن سرعة ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة هي السرعة بالنسبة الى الأرض فحسب . والمراقب في سفينة الفضاء المدارية يعتبر سفينته ساكنة بينما يبدو الكوكب تحتها وهو يدور حول نفسه . وعندما يتسلق الصاروخ الناقل للوقود لمقابلته ، عليه أن يطابق سرعته أوتوماتيكيا ليتمكن من البقاء في نفس المدار . وهذه العملية تشبه عملية تزويد الطائرات بالوقود في الجو وفيها لا تكون لسرعة الطائرتين الفعلية أية قيمة ما دامت متساوية . والفرق بينهما أنه في حالة التزود بالوقود في المدار تكون مشكلة الاتصال أبسط كثيرا فليس هناك هواء تؤثر مقاومته على أنابيب التوصيل ، والرؤية دائما ممتازة ، كما أن هناك من الوقت متسعا لاتمام المناورة . فلو صعد الصاروخ الناقل الى نقطة تبعد مائة ميل عن السفينة الأولى وكان بين سرعتيهما فرق في اتجاه الحركة مقداره مائة ميل ، تكون لديه ساعة تقريبا لتصحيح هذا الوضع باستخدام دفعات صاروخية منخفضة القوة .

وهناك عدة طرق يمكن أن يتم بها النقل الفعلي للوقود . فيمكن للملاحي الناقل أن يطلقوا قذيفة صغيرة (وقد تدفع

بصاروخ غازى) تسحب أنابيب الوقود خلفها . وقد يكون من الأوفق اجراء اتصال مباشر بين السفينتين باستخدام أنبوب تليسكوبى مرن يدخل فىمكان معد له فى السفينة الأخرى كما هو الحال فى بعض الطائرات .

وهناك احتمال ثالث ، وهو نقل خزانات الوقود بأكملها من سفينة الى أخرى . وهذه العملية ممكنة تماما فى انعدام الوزن، كما أنها تناسب الصواريخ المبنية على طريقة الخزانات المستهلكة .

وعند انتهاء الناقلة من عملها تنفصل وتعود الى الأرض باستخدام الفرملة الصاروخية كما سبق شرحه . وبعد عدد كاف من هذه الرحلات يتم التزويد بالوقود ويمكن لسفينة الفضاء الأصلية أن تتسارع خارجة من مدارها ومنطلقة الى القمر أو الى أى جهة أخرى تقصد . وعند عودتها الى الأرض ، فاما أن تتخذ لها مدارا ثانية وينزل ملاحوها الى الأرض فى الصاروخ الناقل للوقود ، واما أن تهبط السفينة بنفسها . وتمتاز الطريقة الأولى ببقاء السفينة فى مدارها استعدادا للرحلة التالية .

ومما تقدم ندرك أننا قد ابتعدنا كل البعد عن سفينة الفضاء التقليدية ، وهى طوربيد انسيابى يشبه صاروخا جبارا من طراز ف ٢ ، ويسير مباشرة الى القمر ، ويهبط هناك ثم يعود الى الأرض مباشرة دون أى توقف . وطبقا لمعلوماتنا الحالية فليس

هناك أى احتمال لتنفيذ مثل هذا الصاروخ قبل مدة طويلة • وحتى الطاقة الذرية ، حين ننجح فى استخدامها فى الدفع الصاروخى قد تحتاج بل وقد تتطلب استعمال التزود المدارى بالوقود •

والآن تبرز من هذا البحث فكرة جديدة • فقد رأينا أن عبور الفضاء يتضمن مهام مختلفة : فعلينا أولا أن نتسلق خلال الغلاف الجوى وأن نكافح جذب الأرض الى أن نصل الى المدار ، ثم علينا أن ننطلق من هذا المدار فى طريق الكواكب ، وأخيرا يجب عند العودة الى الأرض أن نهبط هبوطا ايروديناميكيا فى طائرة منزلقة (شراعية) سريعة •

وهذه العمليات المختلفة تتطلب خواص مختلفة تماما ـ بل ومتعارضة فى بعض الأحيان ـ فى السفينة التى ستقوم بها • فالأجنحة والزعانف مثلا لا فائدة لها فى سفينة ستهبط على سطح القمر الخالى من الهواء ، فلماذا تستهلك أطنانا من الوقود الثمين فى حملها كل المسافة الى القمر ذهابا وايابا ؟

كما أن الصاروخ الذى يتسلق خارجا من الأرض ويعود كطائرة منزلقة يتعرض لضغوط تعادل عشرة أمثال وزنه الطبيعى الناتج عن الجاذبية أو أكثر وهذا يعنى بناء قويا وبالتالى ثقيلا نسبيا أما الصاروخ الذى يقضى حياته العملية فى مدار حول الأرض أو أى كوكب آخر ، أو منطلقا فى طيران حر فى الفضاء الخالى من الهواء فيمكن أن يكون بناؤه أخف

كثيرا ، والحق أنه يعد ، بالنسبة لمقاييسنا العادية ، واهى البناء ، وبذلك يصبح وزنه كسرا بسيطا من الوزن المطلوب لبنـــاء صاروخ يعمل من قاعدة أرضية ويشابهه فى الحجم . وهكذا يمكن لهذا الصاروخ أن يحمل وزنا نافعا أكبر أو أن يصل الى سرعات نهائية أعلى ، أو بعبارة أخرى يكون تصميمه أكثر كفاية .

يتضح من ذلك أننا ملزمون بالاستنتاج بأننا سنـــحتاج الى نوعين على الأقل من سفن الفضاء تبعا للمهمة التى يجب أن تؤديها . وليس فى هذه الفكرة شىء جديد أو ثورى وانمـا هى تفكير هندسى سليم . فبناة السفن لا يضعون فى سفينـــة واحدة خواص عابرة المحيط السريعة والقاطرة الشاطئيـة . فاذا حاولنا فى بناء سفن الفضاء أن نفعل ذلك ، فاننا نحيـــل مهمتنا الشاقة الى شىء مستحيل .

وسنبحث هذه الفكرة فى الفصل التالى بتوسع ، لنرى أى أشكال قد تتخذها سفينة الفضاء . ولا ننتظر فى هذه الفتـرة من تاريخ علم السفر فى الفضاء الا أن نقترح بعض التصميمات المحتملة . وقد تغير الاكتشافات الحديثة نظرتنا حتى فى العقد التالى . فاذا جاءت تنبؤاتنا التالية قريبة من الحقيقة قرب «العربة البخارية الهوائية» لهنسون (Henson) وغيرها من تنبـؤات القرن التاسع عشر عن ماكينات الطيران الأثقل من الهـــواء ، سنكون بذلك من القانعين .

الفصل السادس

سفينة الفضاء

ان تحليل المشكله يوجهنا الى اقتراح حاجتنا الى ثلاثة أنواع منفصلة من السفن لغزو الفضاء وربما نوعين فقط يتفرع أحدهما الى قسمين وهذه الأنواع هى :

(ا) الصاروح المتعدد المراحل ذو المرحلة الأخيرة المجنحة ويستعمل لنقل المواد الى مدار حول الأرض ثم يعود بالفرملة الجوية ويمكن أن نطلق على هذا النوع اسم الناقلة أو « المعدية » وسيستخدم نموذج يشبهه كثيرا للهبوط على الكواكب ذات الغلاف الجوى كالمريخ والزهرة ولن يستخدم للهبوط على القمر .

(ب) النموذج المعد من (ا) ، وليست له أجنحة أو زعانف ، وهو معد للهبوط على الكواكب الخالية من الهواء كالقمر باستخدام الفرملة الصاروخية فقط . ولا حاجة لأن يكون هذا النموذج انسيابيا بأى شكل من الأشكال ، ولما كان سيعمل دائما على الكواكب الصغيرة فسيستخدم تسارعا لا يزيد عن ربع التسارع المستخدم فى النموذج

(ا) فلا يحتاج الى أن يكون بنفس قوة البناء ، فيمكن لهذا النموذج أن يحتمل الوقوف تحت تأثير وزنه فقط الأرض ولكنه لن يقدر على رفع نفسه فى مجال جاذبية الأرض وسنضطر اما الى بنائه فى الفراغ أو الى صنعه من سفينة من النوع (ا) بازالة ولأجزاء الزائدة عن الحاجة بعد وصولها الى المدار وهذا هو الارجح ..

ويمكن تسمية هذا النوع بالنموذج القمرى من سفن الفضاء . وسيستخدم للهبوط على عطارد والقمر وتوابع الكواكب الكبرى . وقد نضطر الى استعماله فى المريخ اذا ثبت أن جوه أخف من أن يسمح بالهبوط الهوائى المتحرك « الأيروديناميكى » .

(جـ) وأخيرا فهناك نموذج سفينة الفضاء العميق التى لا تهبط على أى كوكب أبدا ، وعملها أن تسافر من مدار حول الأرض الى مدار حول القمر أو المريخ أو أى عالم آخر ، حاملة الأفراد والوقود والبضائع . وعند وصولها الى مقصدها تقابلها سفينة من النوع (ا) أو (ب) وهى التى تقوم بالنقل الى الكوكب وتكون الناقلة قد سبق حملها الى الكواكب بوساطة سفينة سابقة من النوع (جـ) ، أو قد تكون سافرت الى هناك من قبل بقوتها الخاصة .

وسفينة الفضاء العميق التى نحاول أن نصورها ستكون بالغة الغرابة ، ويغلب لو رأينا صورة لاحداها ألا نعرف انها

سفينة للفضاء اطلاقا لبعدها عن أفكارنا الحالية .
ولن يكون بها أثر للشكل الانسيابى كالسفينة القمرية ، بل ستأخذ أى شكل تشير الاعتبارات الهندسية بأنه الأصلح . وبخلاف أنواع سفن الفضاءالأخرى لن يكون عليها أن تتحمل الا قوى وتسارعا صغيرا جدا . فيمكنها وهى سابحة فىمدارها حول الأرض أن تستجمع سرعة الافلات وتنطلق خارجة الى الفضاء بالبطء الذى يحلو لها مستغرقة فى ذلك ساعات وأياما بدلا من الدقائق التى تستغرقها سفن الفضاء المعتادة .
ولم تتح لنا على الأرض فرصة اقامة مبنى لا يستطيع الوقوف تحت تأثير ثقله كما سيكون الحال فى سفن الفضاء العميق التى لن تتعرض لقوى سوى تلك الناتجة عن تسارعها الهين وما تضطر اليه من مناورات للدوران ولن تزيد هذه القوى غالبا عن عشر الوزن الذى تعطيه جاذبية الأرض لبناء السفينة ، وعلى هذا فالسفينة قد تتكون من غرفة للملاحين صغيرة محكمة ، ومجموعة من خزانات الوقود الضخمةالرقيقة وقد شدت بعضها الى بعض بشبكة من القضبان والعمد الرقيقة أشبه ما تكون بنسيج العنكبوت . ولن تزيد فى قوة بنائها عن الفانوس الصينى المصنوع من الورق ، وربما يكون هذا التشبيه قد أصاب الحقيقة فان الخزانات لبعض أنواع الوقود على الاقل لن تكون سوى أكياس من الورق المقوى ..
أما محركات الصاروخ نفسها فستكون صغيرة جدا وضعيفة

نسبيا وقد صممت لتحدث دفعا متواضعا لمدة طويلة وسيكون هذا أيضا عاملا كبيرا فى تخفيض الوزن •

وقد حاولنا فى اللوحة رقم (٣) أن نعرض النماذج المختلفة من سفن الفضاء التى تخيلناها • ففى مقدمة اللوحة نرى صاروخا مجنحا من النوع (١) وهو يزود سفينة من النوع (ب) بالوقود لتستطيع الهبوط على القمر • ويجب أن نذكر أن هاتين السفينتين هما المرحلة الأخيرة من صواريخ أكبر كثيرا لم تستطع مراحلها السفلى الافلات من الأرض •

وكما سبق أن أوضحنا أن هذه السفن وكل ما يتحرك معها تكون فى حالة انعدام الوزن ، ولا يكون اتجاه الارض أو أى اتجاه آخر هو الاسفل بالنسبة لها ، وهكذا فالملاحون الذين يخرجون من السفينة وهم يرتدون ملابس الفضاء للمساعدة فى نقل الوقود يكونون عديمى الوزن ويستطيعون السباحة فى الفضاء فى أى اتجاه يرغبون بمساعدة مسدسات رد الفعل • وزيادة فى الأمن سيستعملون حبالا تصلهم بسفنهم حتى لا يبتعدوا عنها فى الفضاء •

أما السفينة القمرية أو النموذج (ب) فقد بنيت بحيث تتحمل تسارعا مساويا لجاذبية الأرض أى ستة أضعاف جاذبية القمر • وجهاز التزول مثبت فى مكانه ، اذ لا معنى لجعله قابلا للرفع • ويستخدم هذا الجهاز (أو الجزء الأسفل) عندما تكون السفينة على القمر كحامل يثبت الصاروخ فى الوضع اللازم للاقلاع

(انظر اللوحات ٣ ، ٤) ويمكن ترك الجزء الأسفل لعدم الحاجة اليه عند العودة للمدار حول الأرض • ولذلك يمكن أن يجعل قابلا للانفصال • ولكن هذا ليس سليما من الناحية الاقتصادية لأنه من الأوفر أن تعود السفينة به بدلا من حمل طاقم جديد من الأرض عند اعدادها للرحلة القادمة ووجوده بهذا الشكل على العموم يزود السفينة بعامل أمن كبير اذ يمكن في الحالات الاضطرارية تركه على القمر (وسيكون بلا شك نافعا للمستوطنين فيما بعد) •

وهناك بالقرب من مقدمة السفينةذراع بارزة تحمل الأجهزة اللازمة للمراقبة بالنظر والرادار أثناء الاقتراب من القمر • ويجب حفظ هذه الأجهزة بعيدا عن نافورات الغازات التي ينفثها الصاروخ لأنها تحدث وهجا شديدا يعمى بصر المراقب وهي فضلا عن ذلك تمتص النبضات الرادارية بسهولة في غازاتها المتأينة •

وعلى البعد توجد سفينة من الطراز (جـ) ومعها ناقل للوقود أتم مهمته وانفصل استعدادا للعودة الى الأرض • وباحدى الكرتين غرفة الملاحين المزودة بالضغط ، مع خزانات الوقود بينما توجد المحركات بالكرة الأخرى •

ومع أن هناك طرقا أخرى لتصميم هذا النوع من سفن الفضاء الا أن لهذا النظام الذي يشبه أثقال التمرين الرياضي (دمبل) مزايا عديدة • فمن وجهة النظر الهندسية يعتبر

الشكل الكروى أنسب الأشكال لاحتمال الضغط ، هذا فضلا عن مزاياه فى البناء مثل احتوائه على أكبر حجم بالنسبة لمساحة معينة للسطح . وتصل بين الكرتين اسطوانة تحمـــل أذرع القيادة كما تعمل كنفق للتوصيل .

وأحد مزايا هذا النظام ـ وربما كانت الحاسمة ـ هى انه يعد مثاليا للدفع الذرى . وسنبحث هذا الموضوع فيما بعد ، ويكفى أن نذكر هنا أن أى نوع من أنواع الصواريخ الذرية يحتمل أن ينتج كمية كبيرة من الاشعاعات الذرية الخطيرة . وسيكون من الضرورى تبعا لذلك حماية الملاحين منها ويتم هذا الى حد ما بوساطة الوقود نفسه وفضلا عن ذلك فان أبعاد المحركات عن غرفة الملاحين ما أمكن يزيد من الأمن مقابل نفقة قليلـة نسبيا .

ولا بد أن ندرك أن السفن من هـــذا النـــوع ستبنى فى الفضاء من أجزاء تحمل من الأرض وتجمع فى المدار الحر . وبما أننا سنبحث مشاكل مماثلة لهذه عندما ندرس بناءمحطات الفضاء ، فلن ندخل فى تفاصيلها هنا . ولكننا نذكر فقط أن صعوبات البناء تقل كثـــيرا فى مـكان لا وزن فيه لأى شىء ، وحيث تبقى الأجزاء فى أى مكان توضع فيــــه دون دعامة ظاهرة .

ومن المفهوم أيضا أنهذا النموذج من سفن الفضاء لايحتمل بناؤه قبل مرور أعوام على بناء النماذج (ا) ، (ب) وهى التى

ستقوم بعمل الاستكشافات الاولى للكواكب ممهدة بذلك الطريق للسفن الأحدث والأكثر كفاية .

ومع عدم وجود تطورات فنية ثورية (ومن الحكمة أن نذكر أن هذا فرض بعيد الاحتمال !) ، يبدو أن غزو الفضاء سيتم في المراحل الآتية :

١ ـ تدخل قذائف بلا قائد تحمل أجهزة في مدارات ثابتة حول الأرض ثم تسافر الى القمر والكواكب .

٢ ـ ترتفع صواريخ وحيدة المرحلة يقودها أشخاص الى بضع مئات من الأميال ، ثم تهبط بوساطة الأجنحة أو المظلات الواقية .

٣ ـ صواريخ متعددة المراحل يقودها آدميون تتخذ مدارات دائرية خارج الغلاف الجوى مباشرة وتعود بعد عدد من الدورات باستخدام الفرامل الصاروخية ومقاومة الهواء .

٤ ـ تجرى التجارب لتزويد هذه السفن بالوقود في المدار حتى يمكنها أن تترك الارض وتقوم باستكشاف القمر ثم تعود الى المدار الارضى ..

٥ ـ يطلق النموذج المعد للهبوط القمرى من الأرض أو تجمع أجزاؤه في المدار الحر ثم يهبط على القمر بعد تزويده بالوقود . وقد ترجع هذه السفن مباشرة الى مدار حول الأرض أو تلتقى في مدار حول القمر

بناقلات للوقود ترسل من الارض ..

٦ ـ بينما يجرى استكشاف القمر باستخدام هـــذه السفن والطرق الفنية ، تبذل محاولات لتزويد صواريخ بالوقود للرحلات الى المريخ والزهرة ومع أن القدرة اللازمة لهذه الرحلات ليست أكبر كثيرا من رحلات القمر الا أن زمن الرحلة (١٤٥ يوما للزهـــرة ومن ٢٤٠ الى ٢٥٠ يوما للمريخ) يتطلب استخدام سفن أكبر كثيرا. أما محاولة النزول فى هذه الرحلات الأولى فتتوقف على عوامل كثيرة لا نعرفها اليوم وخاصة خلال ذلك الوقت. ومن الواضح أن الهبوط أمر مرغوب فيه نظرا لتكاليف وطول هذه الرحلات ولكن ذلك سيزيد الحجم الابتدائى لتلك السفن زيادة كبيرة . وستضطر البعثات الأولى الى الاكتفاء بالاستكشاف من المدار قبل عودتها الى الأرض لملء الثغـــرات التى تبقى فى المعلومات التى جمـــعتها القذائف الاستطلاعية السابقة .

٧ ـ وأخيرا ستتم الهبوط على المريخ والزهرة بوساطة سفن صغيرة صممت خصيصا لهذا الغرض تصاحب السفينـة الرئيسية وستترك هذه الناقلات الصغيرة فى مدارها بعد اتمام مهمتها من حمل الأفراد المنتخبـــين من مـــلاحى السفينة الأم الى سطح الكواكب ثم العودة بهم اليها حتى يمكن أن تستعملها البعثات القادمة ..

وبهذه المرحلة ينتهي الدور الأول من الطيران بين الكواكب • وبعد ذلك تصبح المشكلة هي تحسين كفاية سفن الفضاء وبناء القواعد على القمر والمريخ والزهرة • وتخزين كميات من الوقود في أنسب الأماكن لذلك في المدارات الحرة وعلى سطح الكواكب • والاستعداد للرحلات الأكبر والأصعب الى الكواكب الخارجية الجبارة وتوابعها •

ويجب أن ندرك أن المراحل المختلفة التي حددنا معالمها فيما سبق ستتداخل الى حد كبير • وقد تصبح بعض المراحل المتوسطة غير لازمة اذا أمكن استخدام الطاقة الذرية ، الأمر الذي سيعجل بتقدم السفر في الفضاء كثيرا • ويعتقد كثير من العلماء أن مثل هذا التطور كبير الاحتمال ، ولكنه حتى الآن ليس مؤكدا تماما ، فليس من الحكمة بناء كل آمالنا على أساسه •

فقد استطعنا حتى الآن اطلاق الطاقة الذرية في صورة اشعاع أو حرارة فقط • وهي تنتج على جميع مستويات القدرة من الكمية اللازمة لغلي كوب من الماء في خمس دقائق الى المقدار الكافي لسحق مدينة في بضع ثوان ، بيد اننا لا نعرف طريقة لاستخدامها مباشرة لاحداث دفع يمكن التحكم فيه كذلك الذي يلزم لسفن الفضاء • ولنقوم بذلك يجب أن نستخدم طريقة غير مباشرة لتحويل طاقة الحرارة الى طاقة حركة •

وبالطبع هذا هو ما يفعله الصاروخ التقليدى تماما • ففى أثناء الاحتراق تتحرر الطاقة الكيمائيـــة من الوقود وتقـــوم بتسخين الغازات المختلفة الناتجة عن التفاعل • وهذه الغازات فى تمددها وتقدمها فى فوهة خروج العادم تستبدل الحـــرارة بالسرعة ، فهى تبرد ولكنها تكتســـب سرعة عالية وبذلك تولد الدفع الذى يحرك الصاروخ الى الأمام •

ومن الواضح طبقا لذلك أننا لو سخنا غازا وتركناه ليتمــدد بهذه الطريقة لأصبح لدينا نوع من الصواريخ ، وليس حتما أن تأتى الحرارة من تفاعل كيمائى فليس لمصدرها أية أهمية • ويمكن لتفاعل ذرى أن يقوم بنفس المهمة • وهذا يعنى أمكان استعمال أى غاز لنافورتنا الدافعة قد لا يدخل فى أى عمليـة احتراق • وبذلك تزداد حريتنا فى الاختيار كثيرا ، فنستطيع لو أردنا استخدام الهليوم وهو غاز خامـــل لا يدخل فى أى تفاعل كيمائى على الاطلاق •

وهكذا ، فالصاروخ الذى قد يتكون من الأجزاء التاليـة :
(ا) خزان من المادة الدافعة ويحتمل أن تكون أيدروجيا • (ب) مفاعل أو بطارية ذرية تعمل على درجات حرارة عاليـة جدا • (ج) وسيط لنقل الطاقة الحرارية من البطـــارية الى الغاز الدافع • (د) فوهة الصاروخ • ونلاحظ أن البطـــارية ووسيط التبادل الحرارى قد أخذا مكان غرفة الاحتـراق فى الصاروخ العادى •

ويبدو هذا النظام غاية فى البساطة ، نظريا ، كما أن له مزايا جذابة جدا ، نظريا أيضا ! فأولا نستطيع حمل كل الطاقة التى نريدها فى بطارية ذرية صغيرة ، فالتفاعلات الذرية تحرر طاقة توازى طاقة التفاعلات الكيمائية مليون مرة وقد أصبح ممكنا الآن بناء مكثفات (تستخدم عنصر اليورانيوم المقوى بدلا من العنصر فى حالته الطبيعية) طولها بضع أقدام وتستطيع العمل على أى مستوى من مستويات القدرة والمشكلة الكبرى هى اخراج الحرارة من المكثف بالسرعة الكافية حتى لا ينصهر ، ثم نقل هذه الحرارة الى المادة الدافعة ..

وهذه هى المشكلة الهندسية البحتة وهى على جانب كبير من الصعوبة . غير أن هناك مشكلة أخرى لا يمكن تجنبها حين نتعامل مع الطاقة الذرية ، وهى مشكلة الاشعاعات الخطرة فالمفاعل الذرى نفسه أصبح خطرا حالما يبدأ فى العمل ،ويستمر مشعا بدرجة خطيرة حتى بعد ابطاله ثانية . وهذا يعنى ضرورة احاطته بدرع ثقيل على الأقل من جهة ملاحى السفينة . وقد دلت الدراسات التى أجريت بهذا الصدد على انه اذا كانت سفينة الفضاء طويلة وضيقة وقد وضع المحرك فى أحد أطرافها والملاحون فى الطرف الآخر ، فان وزن الدروع لن يكون كبيرا للدرجة التى تمنع استخدام هذه الطاقة .

ولكن المشكلة لا تقف عند هذا الحد . ففى ظروف معينة قد يصبح عادم الصاروخ مشعا بدرجة خطرة . وهذا أمر بالغ

الخطورة فالغازات المتحركة بسرعة عالية تستطيع تلويث مساحات شاسعة • وقد تجعل هذه الحقيقة استخدام الصواريخ الذرية للاقلاع من على سطح الأرض أمرا لا تؤمن عقباه وان كانت لن تمنع استخدامها فى الفضاء • ولذلك نعود مرة ثانية الى فكرة السفن المدارية فنستعمل الصواريخ الكيمائية للانطلاق من الأرض والوصول الى السرعة المدارية ونستخدم المحركات الذرية فيما بعد ذلك وعند الهبوط الفعلى على كوكب آخر قد نضطر الى العودة الى الصواريخ الكيمائية مرة ثانية لمنع التلوث المحلى من الغازات المنفوثة •

وقد يكون استعمال الصواريخ الذرية بهذه الطريقة ضروريا لسبب آخر ، وان كان هذا الأمر ما زال من قبيل التكهنات ، فمن المحتمل أن يكون الدفع الذرى أصلح لاحداث قوة دفع صغيرة لفترة طويلة من الزمن منه لاحداث دفع قوى لفترة قصيرة ولاخراج سفينتنا من مجال جاذبية الأرض يجب استخدام النوع الأخير ، ولذا قد نضطر فى هذه المرحلة لاستخدام الصواريخ الكيمائية وما ان نصل الى الفضاء حيث ينتج أخف دفع وألطفه السرعة المطلوبة فى النهاية ، حتى يتبوأ الدفع الذرى مكانته اللائقة •

والآن أصبحت الصورة التى لدينا عن السفن المختلفة اللازمة للسفر بين الكواكب أكثر تعقيدا من أى مقترحات ذكرت لها من قبل مثل تلك التى وردت فى الكتب الخيالية العديدة التى

اوحى بها هذا الموضوع مثلا • ولكننا اذا تدبرنا الأمر مليـــا وجدنا أنه لا يمكن أن يكون الا كذلك • فالطيران في الفضاء يتضمن مشاكل مختلفة جدا تتغير باختلاف الغرض من الرحلات الى حد كبير ، ولذلك يجب أن نتوقع عددا كبيرا من النماذج لسفن الفضاء بقدر ما ظهر من نماذج الطائرات وسيكون هناك دون شك عدد مماثل من التصميمات المختلفة المذهلة في يوم من الأيام •

غير أن هناك صفات يجب أن تتوافر في كل سفينة للفضاء • فيجب عليها أن تهيىء لركابها محيطا مريحا ، مزودة اياهم بالهواء ومحتفظة بدرجة الحرارة الصحيحة مهما كانت الظـــروف المحيطة بها ، وعليها أن تحمل مئونة كافية من الماء والطعام في أصغر حيز ممكن فكل سفينة تصبح عند اطلاقها في رحلتها عالما صغيرا مكتفيا بذاته ومعتمدا على مصادره الخاصـــة كلية • ولا يستطيع الركاب أن ينتظروا أى مساعدة من الخـــارج في حالة نسيان شيء أو حدوث خلل في معدات السفينة • وسيكون الضمان التام والاكتفاء الذاتي هي الأهداف التي يسعى اليهـا مصمم السفينة بعد سد احتياجاتها من الوقود والحمل النافع •

ولنبحث أولا مشكلة الهواء اللازم • فنحن على الأرض نقع على مستوى سطح البحر ـ تحت ضـــغط جوى قيمتـــه ١٥ رطلا على البوصة المربعة تقريبا أى ما يكاد يبلغ طنا لكل قدم مربع من أجسامنا ونحن لا نشعر عادة بهذا الضغط لتعـــادله

داخل أجسامنا وخارجها • والجسم الانسانى يستطيع العمل على مدى واسع من الضغوط يهبط الى ١/٣ الضغط الجوى ويرتفع الى أربعة أو خمسة أمثاله لو أعطى الوقت الكافى لملاءمة الظروف الجديدة • ويتوقف الحد الفعلى لتغيير الضغط على طول المدة التى يتعرض فيها للضغط غير العادى ، ومن الواضح أنه فى سفينة الفضاء التى قد تستمر مسافرة أسابيع أو شهورا يجب الاحتفاظ بالضغط على مستوى يناسب سلامة الركاب وراحتهم ، ومع ذلك فليس لزاما أن يكون هذا الضغط بنفس قيمته على سطح البحر وهى ١٥ رطلا على البوصة المربعة بل ان هناك أسبابا وجيهة تدعو لأن يكون أقل ما يمكن عمليا •

فلما كانت سفينة الفضاء فى فراغ تام فليس هناك ضغط خارجى يعادل الضغط الداخلى فيجب أن تكون قوية حتى تتحمل الضغط الداخلى كله وليس بناء وعاء كبير يتحمل ضغطا قدره طن على كل قدم مربع دون أن ينفجر بالشىء اليسير وخاصة عندما يكون الوزن أساسيا • فاستعمال ضغط أقل يسهل البناء ، وهو الى ذلك يقلل من كمية الهواء المفقود بالتسرب ، والتسرب أمر لا مفر منه فى أى نظام للضغط •

ولحسن الحظ لا توجد صعوبة فى ذلك • فان هواءنا يتكون من الاكسجين بنسبة الخمس والاربعة أخماس الباقية أزوت لا يلعب أى دور فى عملية التنفس وهذا يعنى أن الأكسجين

يشترك بضغط ٣ أرطال فقط من ال ١٥ رطلا الكلية • فاذا استخدمنا فى السفينة جوا من الأكسجين النقى ضغطه ٣ أرطال على البوصة المربعة فان رئتينا تأخذان نفس الكمية من الغاز كما تأخذان فى الظروف المعتادة •

وليس مؤكدا بعد ما اذا كانت الحياة ممكنة لأى مدة فى جو من الأكسجين النقى ضغطه ٣ أرطال على البوصـــة المربعة • ولكنه مأمون بلا شك لمدة طويلة • وهذه الحقيقة ذات أهميـة عظمى لا فى تصميم مقصورات سفن الفضاء فحسـب بل وفى تصميم ملابس الفضاء أيضا حيث تقابلنا نفس المشاكل بالاضافة الى مشكلة المرونة المطلوبة فى ملابس الفضاء •

أما وقد قررنا تزويد السفينة بجو من الأكسـجين النقى ، فعلينا تزويدها بطريقة للتخلص من ثانى أكســـيد الكربون الناتج من عملية التنفس • وهناك عدة مواد كيمائية تستطيـع القيام بهذه العملية ، منها أيدروكسيد الصوديوم وفوق أكسيد الصوديوم وهذا الأخير لا يمتص ثانى أكسيد الكربون فقـط ولكنه يحل الأكسجين النقى محله • وبالاضافة الى ذلك يمكن حمل الأكسجين النقى فى حالته السائلة أو فى أوعية مناسبة •

ومقدار الأكسجين اللازم للانسان فى الأحوال العادية صغير جدا ، يزيد قليلا عن ثلاثة أرطال يوميا اذا كان يقوم بعمـل متوسط متواصل ، أما اذا كان مستريحا أو نائما فيلزمه ١/٣ هذا المقدار ، وبما انه لن يكون هناك نشاط جثمانى كبير داخل

السفينه فان رطلين يوميا مقدار كاف للرجل الواحد .

ومن الضرورى كذلك ازالة بخار الماء الزائد من الهواء ، ويمكن اجراء ذلك بطريقة كيمائية . ولكن هناك طريقة بسيطة فعالة وهى امرار الهواء فى أنبوبة مثلجة ، فيتكثف الماء الموجود به .

وفى الرحلات الطويلة جدا تصبح المواد الكيمائية اللازمة لتجديد الأكسجين كبيرة الوزن . وقد اقترح جديا استخدام طريقة الطبيعة فى تنقية الجو ، وذلك بحمل نباتات خضراء مناسبة فى السفينة ومن المعلوم أن النباتات تمتص ثانى أكسيد الكربون فى وجود ضوء الشمس وبعد تحويله الى مواد نشوية تطلق الأكسجين ، وهذه الفكرة التى تبدو جذابة لأول وهلة تفقد بعضا من جاذبيتها عندما نفكر فى التعقيدات الاضافية ووزن المواد الكيمائية اللازمة لتغذية النباتات .

ومع ذلك فهذا المشروع أو ما يشابهه قد يستعمل فى حالات معينة . فكثيرا ما تقوم العمليات البيولوجية بأعمال يعجز عنها الكيماوى . فلا توجد طريقة بسيطة مباشرة لتحويل ثانى أكسيد الكربون الى أكسجين ثانية ، بينما تقوم بهذه العملية كل ورقة شجر خضراء فى العالم . وسيحفظ جو محطات الفضاء والقواعد المبنية على الكواكب نقيا بوساطة نباتات تربى خصيصا لهذا الغرض .

وهنا نذكر نتيجة غريبة لانعدام الجاذبية تؤثر على مشكلة

تكييف الهواء فى سفن الفضـــاء تأثيرا لم يكن فى الحســـبان فالغازات التى نخرجها فى الزفير ترتفع عادة الى أعلى لأنهـــا أدفأ كثيرا وبالتالى أخف من الهواء المحيط بها وبذلك يـــكون الهواء المحيط بأنوفنا متجددا حتى أثناء النوم أو الجلوس دون حركة • ويظهر هذا التأثير بوضوح فى حالة لهب الشمعة اذ يأتيها تيار مستمر من الهواء الجديد من أسفل • ولكن مثـل هذا التيار لا يمكن أن يحدث فى سفينة الفضاء الموجـــودة بالمدار الحر ، فهو يعتمد على فرق الوزن • وقد أثبت عمليـا (بتصوير شموع مثبتة داخل غرف تسقط سقوطا حرا) أن اللهب لا يشتعل فى انعدام الجاذبيـــة بل يختنق بسرعة فى مخلفات احتراقه المتجمعة •

وهذا يعنى ضرورة استخدام نظام محكم للتهوية الصناعية فى سفينة الفضاء لطرد الغازات الضارة بمجرد تكوينها • كما ان هذا يعد تحذيرا لنا ألا نأخذ الأمور كحقائق مسلم بهـــا فى الفضاء • ويذكرنا بأن الجاذبية قد تكون عاملا هاما حتى فى العمليات التى تبدو غير متعلقة بها •

ويلى مشكلة التموين بالهواء فى الأهمية مشكلة تنظيم درجة الحرارة • « فدرجة حرارة الفضاء » موضوع يثير كثـيرا من الارتباك • والرأى السائد بهذا الصدد هو أن درجة الحـرارة منخفضة جدا خارج الغلاف الجوى ، والحق أن العكس أقرب الى الصواب •

فلننظر فى حالة جسم صلب يسبح فى الفضاء على بعد من الشمس يساوى بعد الأرض عنها . فسيكون أحد جانبيه فى الظل والجانب الآخر فى ضوء الشمس . وهذا الأخير يصبح ساخنا جدا على الأقل اذا كان داكن اللون لامتصاص الموجات الحرارية بسهولة ، وفى الحالة القصوى ، اذا كان الجسم أسود تماما فان درجة حرارة الجانب المقابل للشمس تكون أكبر من درجة غليان الماء ، أما اذا كان هذا السطح أبيض أو مفضضا فانه يعكس معظم الحرارة وبذلك يصبح باردا ..

أما الجانب المظلم (أو جانب الليل) فسيكون باردا على أى حال لأنه يفقد الحرارة باستمرار بالاشعاع دون أن يصله شىء منها ومع ذلك فيمكن أن تقترب درجتا الحرارة القصوى من بعضهما البعض الى حد ما ، اذا كان الجسم موصلا جيدا للحرارة ، وأما اذا كان الجسم يدور حول نفسه ولو بسرعة بطيئة جدا كما هو الوضع المحتمل عمليا فتصبح درجة الحرارة منتظمة على السطح كله ..

وبالاضافة الى ذلك يجب أن نذكر أن مقدارا كبيرا من الحرارة يتولد داخل السفينة بوساطة أجسام الركاب . والسفينة المزدوجة الجدران فى الفضاء تشبه زجاجة «ترموس» ممتازة ، وهكذا فكثيرا ما يكون الأهم هو فقد الحرارة لا الاحتفاظ بها .

وفى رحلة من الأرض الى الزهرة ، تصبح كمية الحرارة

التي تصل الى السفينة من الشمس فى آخر الرحلة ضعفها فى البداية • وفى رحلة المريخ يحدث العكس • وفوق ذلك فعندما تقع السفينة فى ظل كوكب ، الأمر الذى يحدث لجزء كبير من الزمن اذا كانت فى مدار قريب منه ، فان أشعة الشمس لا تصلها بالمرة • وتنطبق هذه الحالة أيضا على ليل الكواكب الخالية من الهواء مثل القمر • ويتضح من ذلك أن السفينة يجب أن تزود بطريقة بسيطة ناجحة لتنظيم ما تفقده من حرارة • ويمكن أن يتم هذا باستعمال شراع « شيش » متحرك فتظهر من الجسم مساحات مفضضة أو سوداء حسب الطلب • وفى فترات الظلام الطويل يجب تزويد السفينة بمصدر داخلى للدفء ، وخير وسيلة لذلك هو احراق الوقود فى سخان صغير •

وعموما يمكن القول بأن التحكم فى درجة الحرارة لايشكل مسألة معقدة فى الرحلات التى سنقوم بها فى عشرات السنين الأولى من السفر فى الفضاء • أما فى الرحلات التى تقترب كثيرا من الشمس أو تبتعد فيما وراء المريخ فهذا الوضع يتغير• على انه حين يحين الوقت للتفكير فى هذه الرحلات جديا ، لا بد وأن يكون لدينا الكفاية من الطاقة من المصادر الذرية لاستعمالها سواء فى التسخين أو التبريد • وسنعود فيما بعد لدراسة بعض مشاكل الحياة فى الفضاء كالملاحة والتوجيه والاتصال وما الى ذلك • ومع ذلك فيجدر بنا قبل ختام هذا

الفصل أن نلفت الأنظار الى أنه على ظهر سفينة الفضاء بما أنه لن يكون هناك « فوق » و « تحت » أو أى اتجاه آخر مفضل عن غيره من الاتجاهات اللهم الا خلال فترات التسارع القصيرة فستكون لدى مصمم مقصورة الملاحين حرية يحسده عليها المهندسون الأرضيون . فيمكنه تبادل الجدران والأرض وبوسعه أن يستخدم الفراغ الموجود جميعا فى أى غرض يريد . وسفن الفضاء الوحيدة التى تصمم مقصوراتها على اتجاه معين لأعلى وأسفل هى تلك المستعملة للاقلاع من الأرض أو التى تستخدم كقاعدة على سطح كوكب آخر .

هذا بفرض أن المسافرين فى الفضاء يمكن أن يعتادوا على انعدام الوزن . وأن هذا لا يؤثر عليهم تأثيرا ضارا . وسنبحث هذه النقطة الهامة فى الفصل التاسع . ويكفى أن نذكر هنا أن الدلائل الطبية تشير جميعا الى أن انعدام الوزن لن يكون فى حالة خطرة ، وحتى لو وجد كذلك فهناك طريقة بسيطة للتغلب على هذه المشكلة .

الفصل السابع

الرحلة الى القمر

سنبحث الآن بشيء من التفصيل أولى رحلات الكواكب جميعا وهي الرحلة الى القمر ، ومن حسن حظ الجنس البشرى أن لديه عالما مكتملا على هذا القرب من الأرض ، لتبدأ عمليـــة التجارب . فقبل أن نقصد الكواكب ستكون الفرصة قد سنحت لنا لاستكمال فن السفر فى الفضاء على تابعنا الخاص .

وسنفرض أن سفينة الفضاء تبدأ من مدار قريب من الأرض بعد أن تم تزويدها بالوقود بالطريقة المبينة فى اللوحة رقم ٢ . وبما أنها تدور حول الأرض دورة كاملة فى ٩٠ دقيقة فهى تغير اتجاهها تماما بعد ٤٥ دقيقة . فاذا كانت تسير الى الغـــرب بسرعتها المدارية التى تبلغ ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة فانها بعد ٤٥ دقيقة تسير الى الشرق بنفس السرعة . ويســـمح هذا للقائد بدرجة كبيرة من التحـــكم وان كان توقيت الاقلاع يجب أن يكون غاية فى الدقة .

ولكى تصل السفينة الى مدار القمر يجب أن تترك الأرض

بسرعة تقل قليلا عن سرعة الافلات الكاملة أى ٢٤٫٩٠٠ ميل/الساعة بدلا من ٢٥٫٠٠٠ وقد يبدو الفرق تافها ، والحق أنه كذلك فيما يتعلق باحتياجات الوقود ، غير أن مدة الطيران تتوقف بصورة حرجة على السرعة الابتدائية حتى ان زيادة عن ١ ٪ على الحد الأدنى للسرعة تختصر مدة الرحلة الى النصف •

فالسفينة تصل الى القمر بعد ١١٦ ساعة اذا بدأت رحلتها من قرب الأرض بسرعة قدرها ٢٤٫٩٠٠ ميل/ساعة بينما تقطع نفس المسافة فى ١٩ ساعة لو بدأت بسرعة ٢٧٫٠٠٠ ميل/ساعة • ونستطيع أن نفهم السبب فى هذا التخفيض الهائل لو ألقينا نظرة أخرى على شكل ٩ فالسرعة الصغرى وهى ٢٤٫٩٠٠ ميل/الساعة لا توصل السفينة الى القمر فى موقعه البعيد على السطح الأفقى للحفرة الا بالكادة فهى فى بضعة الآلاف من الأميال الأخيرة من الرحلة فى آخر منحدر الحفرة الأفقى تزحف ببطء شديد • بينما لو بدأت السفينة بسرعة تزيد عن الحد الأدنى فانها تحتفظ بزيادتها المعقولة فى السرعة عندما تقترب من القمر فلا تقطع المسافات الشاسعة بسرعة منخفضة جدا •

وسنفرض أن السفينة تخرج من مدارها الدائرى بتسارع قدره جاذبية واحدة • فبعد ٥ دقائق تكون سرعتها قد زادت الى ٢٤٫٩٠٠ ميل/الساعة اللازمة للوصول الى القمر (بعد أن كانت ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة) • وفى المراحل النهائية من

الرحلة تخفض قوة المحركات لتعطى تسارعا أقل ، حتى يسهل اجراء التصحيحات النهائية اللازمة فى السرعة •

وتتم كل هذه التحركات طبقا لبرنامج قد أعد من قبل لوضع السفينة فى مدار تم حسابه قبل ذلك بوقت طويل • ومن المرجح أن تكون العملية كلها أوتوماتيكية تدار من محطات الرادار والمراصد على الأرض ، وتحدد هذه موقع السفينة وسرعتها واتجاهها باستمرار وترسل الاشارات اللاسلكية المصححة الى الطيار الآلى •

وبعد انتهاء الخمس الدقائق الأولى من التسارع تكون أمام السفينة خمسة أيام من الطيران الحر دون محركات • وفى هذا الوقت متسع لاجراء أى مراجعة لمسار السفينة ويمكن اجراء التصحيحات الصغيرة اللازمة فى التوجيه فى الوقت المناسب •

وفى اليوم الرابع تقترب السفينة من القمر الى حد تبدأ معه جاذبيته فى التأثير على مسار السفينة بشكل محسوس • (ونكرر هنا ثانية أن ركاب السفينة لا يشعرون بهذا التأثير الا من دلائل أجهزتهم) • فعلى مسافة ٢٤٫٠٠٠ ميل من القمر يتزن مجالا جاذبية الأرض والقمر وحتى هذه النقطة تفقد السفينة سرعتها طوال الوقت (حتى وان كانت ماتزال توالى الصعود بالنسبة للأرض) • ولكنها بعد ذلك تبدأ فى اكتساب السرعة فى اتجاه القمر ، فلو تركت لتسقط دون عائق لاصطدمت بالقمر بسرعة قدرها ٥٫٢٠٠ ميل/الساعة تقريبا •

وبالرغم من الأهمية الواضحة لمشكلة الهبوط على القمر فانها لم تلق العناية التي تستحقها • ومن الواضح أن هذا الهبوط لايمكن أن يتم الا باستخدام القوة الصاروخية ، فلا مجال للتفكير في الفرامل الهوائية أو المظلات الواقية • ويظهر أن أكثر الوسائل توفيرا هي السقوط مباشرة نحو القمر واستخدام القوة الصاروخية في آخر لحظة لايقاف السفينة دفعة واحدة • وبهذه الطريقه يكون الهبوط مثل الاقلاع المعكوس تماما •

والاتجاه الذي يتخذه محور سفينة الفضاء السابحة مستقل عن اتجاه حركتها ، وهذه الأخيرة كمية متغيرة في حد ذاتها وتتوقف تماما على وجهة نظر الراصد وتدور سفينة الفضاء عادة حول نفسها وقد تنقلب رأسا على عقب أثناء سفرها ما لم تثبت عمدا بطريقة ما • وقد رأينا أن هذا مستحب لمعادلة درجة الحرارة ، وان كان يزيد من صعوبة المشاهدة والاتصال اللاسلكي • ومن اليسير ابطال هذه الحركات اذا لزم الامر باستخدام دفعات صاروخية صغيرة توجه في الاتجاهات المناسبة كما يمكن استخدام هذه الصواريخ لوضع السفينة في أي اتجاه نرغب فيه •

على أن هذه ليست الطريقه الوحيدة للتحكم في وضع سفينة الفضاء ، فهناك طريقة أخرى هي استخدام جيروسكوبات أو حدافات كبيرة الوزن • وشكل ١٢ يوضح الطريقين •

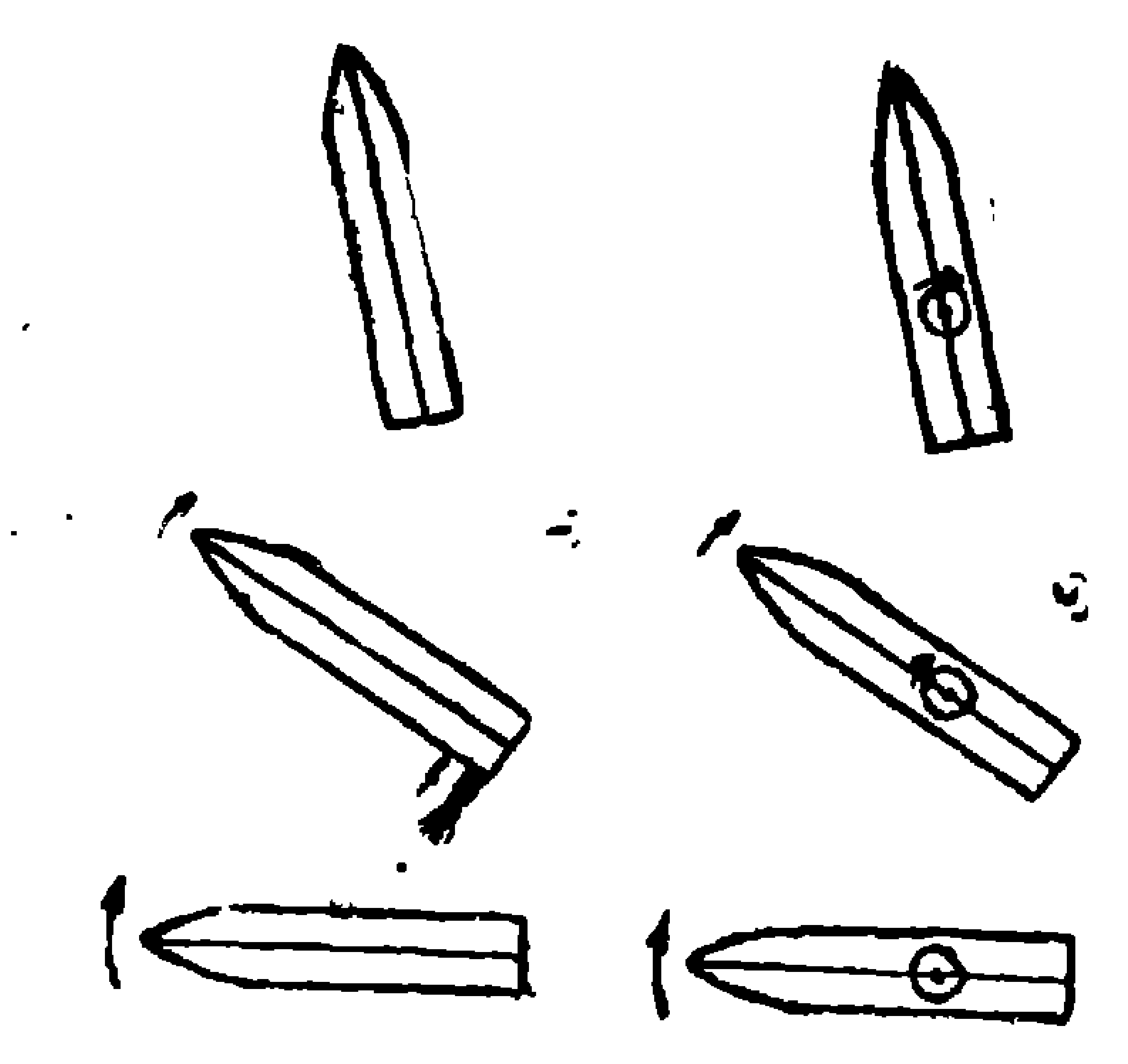
فالرسم العلوي يوضح كيفية ايقاف دوران سفينة فضاء

تدور فى اتجاه عقرب الساعة باطلاق صاروخ فى عكس الدوران . وهذه الطريقة مناسبة للتخلص من الدوران غير المرغوب فيه ، ولكنها قد لا تكون كذلك اذا كنا نرغب فى ادارة سفينة لا تدور زاوية معينة وبذلك نجعلها تشير الى اتجاه جديد • فللقيام بهذه العملية الأخيرة بالصواريخ فقط يلزم استعمال الصواريخ مرتين ، الأولى لابتداء دوران السفينة والثانية لايقاف دورانها بعد تحركها بمقدار الزاوية المطلوبة ، وبذلك تصبح العملية خداعة لا يسهل التحكم فيها •

والطريقة الأخرى تظهر فى الرسم الأسفل ، فلنفرض أن عجلة ثقيلة وضعت عند مركز ثقل السفينة ، وانها فى البداية تكون ثابتة بالنسبة لسفينة الفضاء التى تدور ببطء • فاذا ماأخذ محرك فى ادارة الحدافة فى الاتجاه المبين فى الرسم تقل سرعة دوران السفينة تدريجيا كلما زادت سرعة دوران الحدافة الى أن تتلاشى سرعة دوران السفينة نهائيا وينتقل الدوران كله الى الحدافة • وبما أن هذه الحدافة ستكون أصغر كثيرا وأخف من السفينة ، فمن الواضح أنها يجب أن تدور بسرعة فائقة لتعطى التأثير المطلوب • وهذا يعنى أنها لن تستطيع التغلب على سرعات الدوران الكبيرة • ونلاحظ أيضا أنها يجب أن تستمر فى الدوران بعد ذلك فاذا أبطأت فانها تنقل الدوران ثانية الى السفينة •

وبذلك تكون طريقة الحدافة أصلح ما تكون لتغيير اتجاه

سفينة لا تدور ، ويتم ذلك بادارة الحدافة فتجعل السفينة تدور ببطء شديد ثم توقف ثانية عند اقتراب السفينة من الوضـــع المطلوب •



(شكل ١٢) ايقاف دوران سفينة الفضاء (١)
بالصــواريخ (٢) بالحدافة

واعادة توجيه سفينة فضاء كبيرة باستعمال الحـــدافات (أو الجيروسكوبات وهى نفس الشيء فى النهاية) ذات الحجـــم المعقول سيستغرق دقائق كثيرة ولكن هذا ليس بالعيب الكبير ، فلدينا من الوقت الساعات أو حتى الأيام للقيام بهذه المناورات• وقد بحثنا فى الشكل المبين أعلاه الحركة فى مستوى واحـــد فقط وهناك بالطبع ثلاث اتجاهات محتملة للدوران ولكن ذلك لا يؤثر على ما قدمنا من تحليـــل ، وكل ما فى الأمر أننــا

سنحتاج الى استخدام ثلاث حدافات متعامدة ، أو حدافة واحدة يمكن ادارتها فى أى مستوى وهو الأرجح •

ونذكر هنا أيضا أن حركة الملاحين داخل السفينة ستحدث تغييرات طفيفة جدا فى الدوران وفى اتجاه السفينة • ويمكن اذا لزم الأمر ، القضاء عليها بوساطة أجهزة أوتوماتيكية تعمل بجايروسكوبات •

والآن نعود الى سفينتنا وهى تسقط فى اتجـــاه القمـــر • وسنفرض آننا باستعمال احدى الطريقتين السالفتى الذكر او كلتيهما ، استطعنا ادارتها بحيث تشير محر كاتها فى اتجـــاه القمر وباستخدام الصواريخ لتحدث تقصيرا فى السرعة مقداره جاذبية واحدة تتلاشى سرعة سقوط مقدارها ٥٠٠٠ ميـــل/ الساعة خلال أربع دقائق تقطع السفينة فيها ١٦٠ ميلا • وقد يبدو من الخطر الانتظار حتى يصبح القمر على هذه المسافـــة قبل البدء فى الفرملة ــ فضلا عن ارهاقه لأعصــاب الملاحين ــ غير أن هذا مأمون تماما وخاصة اذا أوجدنا احتياطيا صغيرا من القوة لزيادة التسارع العكسى (فباستخدام تقصير قدره ٢ جـ وهى قيمة متواضعة يمكن ايقاف السفينة تماما فى أقـــل من دقيقتين تسقط فيهما ٨٠ ميلا)

وسيكون الهبوط كالاقلاع ، أتوماتيكيا بالتأكيد • فيعطى مبين رادارى للارتفاع المسافة بالضبط الى القمـــر كما يبين سرعة النزول • وتنقل هذه المعلومات الى آلة حاسبة الكترونية

يتحكم في المحركات • ثم تنزل السفينة طبقا لبرنامج سبق اعداده بحيث تقف تماما على ارتفاع بضع أقدام من سطح القمر •

ومن الطبيعى أن نتصور أن صاروخا يهبط بهذه الطريقة وذيله فى المقدمة يكون شيئا بعيدا عن الاستقرار وقابلا للانقلاب • ولكن يجب أن نذكر أنه بالنسبة لأجهزة التحكم الأتوماتيكى لا يوجد فرق أساسى بين الهبوط الرأسى بتقصير ١ (جـ) والاقلاع الرأسى بتسارع ١ جـ • فاذا استطاعت الجايروسكوبات وأجهزة التوجيه القيام باحدى الحالتين ـ وهى تقوم بذلك فعلا فى الصاروخ ف ٢ ـ فيمكنها كذلك القيام بالحالة الثانية بنفس الاتقان •

أما شكل جهاز الهبوط (أو الجزء الأسفل من الصاروخ) الذى ستحتاجه سفينة الفضاء القمرية فهو مشكلة طريفة ، وقد لا نتمكن من حلها نهائيا قبل أن نعرف الشيء الكثير عن سطح القمر • ومن المؤكد أننا سنكون قد حصلنا على صور فوتوغرافية مكبرة للسهول القمرية وحددنا كثيرا من المناطق المستوية نسبيا ستكون صالحة للتلامس عندما نحاول الهبوط على سطح القمر •

وقد صنعت فعلا للطائرات الهليوكوبتر أجهزة هبوط (أو عربة سفلى) يمكنها امتصاص الصدمات الناتجة عن سرعة هبوط تصل الى أربعين قدما فى الثانية ، وهذا يقابل سقوطا حرا

على القمر من ارتفاع ١٦٠ قدما . فاذا أمكن ايقاف سفينة الفضاء على ارتفاع عشرين قدما من سطح القمر فلن تكون هناك صعوبة كبرى في ايجاد جهاز للهبوط يتحمل الصدمة دون أن يكون ضخما أو ثقيلا . وقد يشبه ذلك المبين في اللوحة ٢ ، فحتى جاذبية القمر الضعيفة تتطلب شيئا أمتن من الأجنحة والزعانف الرقيقة التي يبدو أنها الوسائل الوحيدة لوقوف سفن الفضاء المرسومة في كثير من المجلات !

وفي اللوحة ٣ صورة لسفينة على القمر وعلى بعد بضعة أميال منها تهبط سفينة ثانية باستخدام فراملها الصاروخية ، بينما يقوم أحد الملاحين بتصوير شريط سينمائي للهبوط وهو يرتدي ملابس الفضاء . والى يسار السفينة نرى صاريا للاسلكي (وهو بناء من المطاط ينفخ بالهواء المضغوط ويمكن تطبيقه) . وهذا الصاري يمكن المستكشفين من الاحتفاظ باتصالهم بالقاعدة بينما يكتشفون الأراضي المجاورة .

وسنحتفظ ببحث مشاكل الحياة على القمر الى الفصل الحادي عشر ونتجه مباشرة لبحث رحلة العودة . وستكون السفينة عند استعدادها للرحيل قد تركت خلفها كل المخزونات التي تستطيع الاستغناء عنها مع كل المعدات التي لا تلزم للعودة . ويمكنها أن تقلع في أي وقت تشاء . فلا فضل لأى وقت على آخر (نظريا يكون اتمام رحلة العودة أسهل قليلا عندما تكون جاذبية الأرض والشمس في نفس الاتجاه غير أن الوفر في الوقود يمكن اهماله تماما)

وهناك احتمالان لطريقة العودة • فقد نزيد السفينة سرعتها مباشرة الى سرعة الافلات القمرية وهى ٥ر٢٠٠ ميل/الساعة وكما ذكرنا من قبل يمكن الوصول اليها فيأربع دقائق بتسارع قدرة جاذبية واحدة فقط • وعندئذ تستطيع أن تسافر عائدة الى الأرض على مدار مشابه للذى قطعته فى رحلة الذهاب ومستغرقة نفس الوقت أى خمسة أيام وهذه أبسط الطرق لو كانت السفينة تحمل الوقود الكافى ومن الجهة الأخرى فمن الأرجح أن سفن الفضاء الأولى التى ستهبط على القمر ستفعل ذلك باحتياطى ضئيل من الوقود وقد لا تكاد تستطيع الوصول الى سرعة مدارية • وهذه السرعة فى حالة القمر تبلغ ٣ر٧٠٠ ميل (أى أن الصاروخ ف ٢ يمكن أن يصبح بسهولة تابعا للقمر) ويمكن بعدئذ اعادة تزويد السفينة بالوقود اما بواسطة ناقلة قادمة من الأرض تنتظرها فى المدار أو بتدبير لقاء مع خزانات تكون هى نفسها قد تركتها فى المدار قبل الهبوط الى القمر •

وهناك الكثير مما يمكن قوله لتحبيذ هذا الاجراء الأخير ، لأنه من الواضح أن حمل الوقود اللازم لرحلة العودة كلها الى سطح القمر ثم رفعه مرة ثانية لهو اسراف كبير فى المجهود ومع ذلك فعلينا أن ننتظر لنرى ان كانت هذه الفكرة ستثبت صلاحيتها العملية ، مع افساح المجال للتعقيدات التى تتضمنها والحدود التى تضعها على مدار العودة •

وأثناء سقوط السفينة عائدة الى الأرض خلال خمسة أيام ، ستتزايد سرعة السفينة (على الأقل بعد مرورها بنقطة التعادل حيث يتزن مجالا الجاذبية) فاذا لم توقف هذه الزيادة فانها تصل الى الأرض بنفس السرعة التى بدأت بها الرحلة أى ٢٤٫٩٠٠ ميل/الساعة • ولما كان هذا النوع من السفن سيعود الى مدار دائرى ولن يهبط فعلا الى الأرض ، فان على السفينة أن تفقد ٧٠٠٠ ميل/الساعة من سرعتها لتصل الى سرعة ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة اللازمة للدوران فى مدار مقفل ويمكنها أن تفعل ذلك بوساطة فرملة مقاومة الهواء التى وصفناها فى الفصل الخامس مع استعمال قليل من القوة الصاروخية لضبط المدار النهائى اذا اقتضى الأمر • وفى نهاية هذه المناورات التى لا تستغرق أكثر من بضع ساعات تكون السفينة قد عادت الى مدار دائرى مستقر منتظرة اعادة تزويدها بالوقود وصيانتها • أما الملاحون فيمكن انزالهم الى الأرض بوساطة أحد الصواريخ المجنحة الناقلة •

وكما سبق أن قررنا ، فان الرحلة الى القمر (كأى رحلة أخرى بين الكواكب) تصبح أبسط كثيرا اذا لم يكن لزاما علينا حمل الوقود اللازم لرحلة العودة • وحتى اذا تجنبنا الحاجة الى بناء سفينة بالغة الضخامة بتنظيم لقاء مع ناقلة قرب القمر فانه سيكون ضروريا نقل أحمال كثيرة منفصلة كل المسافة من الأرض الى القمر مع الاستهلاك الضخم من الوقود

الذى يعنيه هذا العمل • وستتغير اقتصاديات السفر فى الفضاء كلها تغيرا حاسما متى أمكن التزود بالوقود على القمر • وقد يبدو هذا الفرض ضربا من ضروب الخيال ، ومن الواضح أنه لن يكون عمليا قبل تأسيس مستعمرة على القمر تزود بالكثير من المعدات والمنشآت • ولكن السفر فى الفضاء لا بد وأن يؤدى الى هذا النوع من الأشياء تماما لتكون له فائدة تذكر • وستكون أولى أهداف مثل هذه المستعمرة فى الواقع هى البحث عن مواد تصلح كوقود للصواريخ •

وسنبحث الأهمية الهائلة الكامنة فى القاعدة القمرية فى الفصل الحادى عشر غير أنه يجدر بنا أن نشير هنا الى أن لدينا من الأسباب ما يجعلنا نفترض أن كل العناصر الموجودة على الأرض موجودة على القمر وان كانت دون شك فى مركبات وتوزيع مختلف • وهكذا فالمواد اللازمة لأى وقود نطلبه ستكون فى متناول يدنا اذا أمكن حل مشاكل التعدين والتنقية وما الى ذلك • وعلى الخصوص يرجح أن يوجد الماء فى القمر ولن يكون طبعا فى حالته السائلة وانما يكون متجمدا أو فى مركبات كيمائية ـ وسيكون استخلاصه عملية مباشرة تقريبا ، وعندئذ يمكن استخدامه لتوليد الأكسجين والأيدروجين اللازمين للصواريخ الكيمائية • وهناك احتمال أكثر طرافة وهو أن يستخدم مباشرة دون أى تحويل كمادة دافعة للصاروخ الذرى • وقد لا يكون الماء سائل تشغيل فى

جودة الأيدروجين ، لو نظرنا من جهة الأداء فحسب ، غير أن سهولة الحصول عليه وتخزينه قد ترجح هذا العيب على الأقل فيما يختص بسفن الفضاء العائدة من القمر .

وفى هذه الظروف قد يكون استخدام صاروخ ذرى منخفض الكفاية عرضا أكثر جاذبية من استخدام صاروخ كيمائى يحرق أنواعا من الوقود الكثير التكاليف والذى يصعب تجهيزه . وبهذا يصبح القمر نقطة الوثوب الى الكواكب بالمعنى الحرفى تقريبا .

الفصل الثامن

الملاحة والمواصلات فى الفضاء

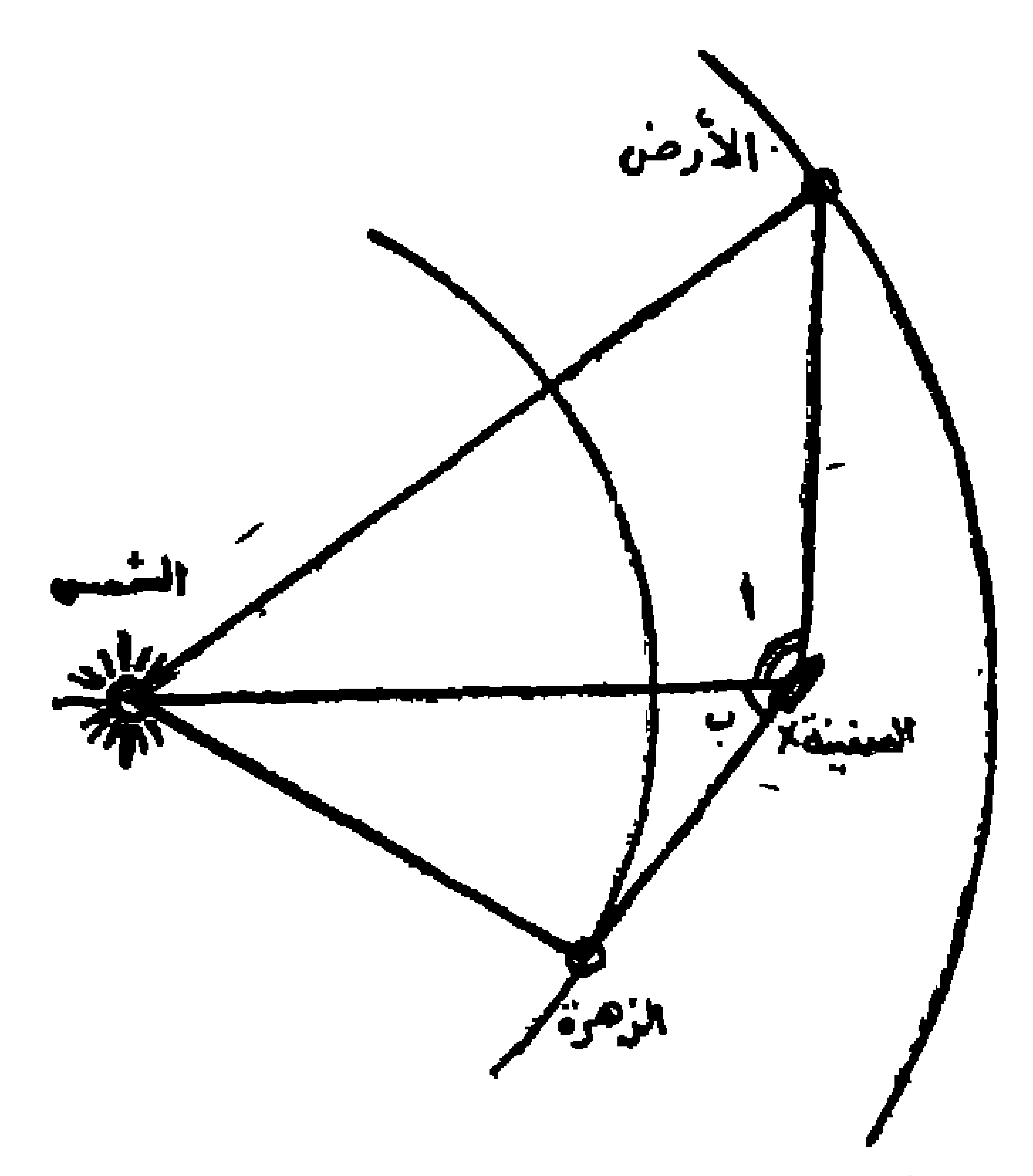
سبق أن بحثنا فى الفصلين الخامس والسادس أنواع المدارات التى سوف تتبعها سفن الفضاء حتى تصل الى الكواكب . وكما تذكرون فالمشكلة أساسا هى مشكلة الحصول على السرعة والاتجاه المطلوبين فى الوقت الصحيح ثم الانتظار حتى تأتى فترة من الطيران الحر بالسفينة الى مقصدها . وسنبحث فى هذا الفصل بعض المسائل الفرعية الهامة التى يتضمنها هذا العمل .

ومن أكثر هذه المسائل تشويقا موضوع الملاحة ، وهو يتضمن تحديد الموقع والسرعة والاتجاه ، كما يتضمن الاعمال اللازمة لاجراء أى تصحيحات مطلوبة فى مسار السفينة . وبالرغم من أن هذا الموضوع غاية فى التعقيد اذا طرقناه بأى تفصيل ، الا أن بعض الاجابات يمكن التعبير عنها ببساطة .

فمن ناحية معينة تمتاز سفينة الفضاء على السيارات الأرضية

امتيازا كبيرا ، فهى دائما فى حالة رؤية ممتازة ـ فالسماء الممتلئة بالنجوم كلها فى متناول يد الراصد • والنجوم فى حد ذاتها تزودنا باطار ثابت يمكن للراصد أن ينسب مشاهداته اليه ، ولكنها لايمكن وحدها أن تفيدنا بأكثر من ذلك لبعدها الشاسع • ولتحديد الموقع الفعلى للسفينة يلزمنا رصد الشمس والكواكب •

وسيكون لدى ملاح سفينة الفضاء ، كملاح أى سفينة أخرى « ألمناك » (أو تقويم) يحتوى جداول تبين مواقع الكواكب فى أى وقت • وشكل ٣ يبين كيف يمكنه استخدامه لتحديد موقع سفينته • (وسنفرض للتبسيط أن السفينة والكواكب تقع فى نفس المستوى • ولا يبتعد هذا الفرض عن الحقيقة كثيرا كما أن تصحيح الخطأ الناتج لا يسبب أى صعوبة



شكل ١٢ ، تحديد الموقع فى الفضاء

عملية) • ولنفرض أن الزهرة والأرض هما أنسب كوكبين للمشاهدة •

فبوساطة آلة السدس (Sextant) أو أى جهاز آخر سيحل محله فى علم السفر الى الفضاء يقيس الملاح أولا الزاوية (ا) بين الشمس والأرض • ولما كان يعرف من التقويم موقع الأرض بالنسبة الى الشمس فيمكنه تحديد خط الأرض ـ الشمس ثم يقيس بعد ذلك الزاوية (ب) بين الزهرة والشمس وبما أن خط الشمس ـ الزهرة معروف أيضا فيمكن تحديد موقع السفينة فى (س) بالقواعد الهندسية البسيطة •

وحيث أنه قلما توجد أقل من ثلاثة كواكب وكثيرا ماتوجد خمسة كواكب لامعة وفى متناول يد الراصد ، يتضح أن هذه الطريقة مفيدة جدا فضلا عن بساطتها المتناهية •

وثمة طريقة أخرى وان لم تكن بنفس الدقة لتحديد الموقع، وهى قياس الحجم الظاهرى للشمس والكواكب • وبما أن أقطارها معروفة فان هذا يحدد بعد السفينة عن كل منها وبذلك يحدد موقعها فى الفضاء وتصبح هذه الطريقة ذات قيمة خاصة أثناء الاقتراب من أى كوكب عندما يصبح قرصه كبيرا نسبيا • فالقياسات البسيطة بآلة السدس تعطى المسافة بدقة حتى تقترب السفينة عندئذ يتولى رادار منخفض القسوة قياس المدى •

ومن الواضح أن ملاح الفضاء سيرغب فى معرفة أشياء

كثيرة ، وموقعه ليس الا واحدا منها • فسرعة السفينة واتجاهها على نفس الدرجة من الأهمية • ويمكن ايجاد السرعة والاتجاه بعمل قياس ثان لتحديد الموقع بعد مدة من الزمن ولـــكن أى طريقة لايجاد السرعة والاتجاه فورا ستكون ذات قيمة كبيرة • ولا نعرف طريقة فلكية بسيطة للقيام بذلك الا اذا أمكن الانتفاع بتأثير دوبلر وهو التغير فى تردد الضوء الناتج من الحركة نحو المصدر أو الابتعاد عنه وهذا التأثير صغير جدا على السرعات التى قد تصل اليها سفن الفضاء بحيث يصبح قياسه بدقة من الصعوبة بمكان •

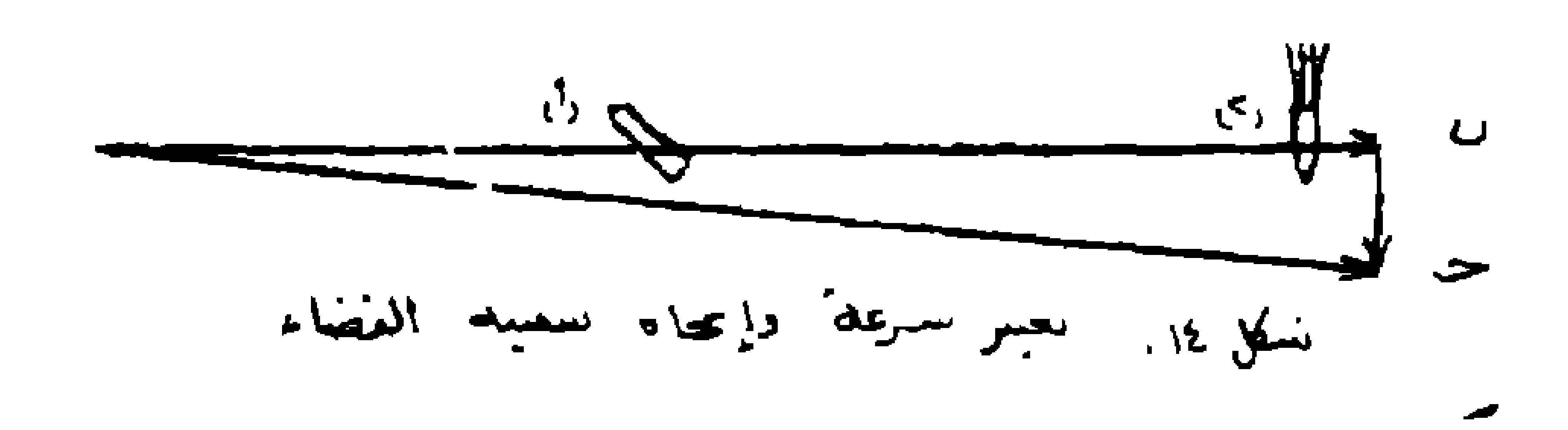
غير أن هناك طريقة عملية أكثر من ذلك تتضمن استعمال محطات للرادار على الكواكب • فلنبحث حالة مبسطة : اذا كانت سفينة الفضاء قريبة من الأرض وكانت هناك محطـــة أرضية ترسل اشارات متقطعة فى فترات منتظمـــة ولنقل انهـــا ألف اشارة فى الثانية ، فلو كانت السفينة تتحرك نحو الأرض فانها ستستقبل أكثر من ألف اشارة فى الثانيـــة ، واذا كانت تبتعد عنها ستستقبل أقل من ذلك ، ويمكن للأجهزة الألكترونية الحديثة أن تقوم بهذه القياسات بدقة عظيمة • ولا شـــك أنه ستوجد فى يوم من الأيام منارات لاسلكية على الكواكب وربما فى الفضاء لمساعدة « ملاحى النجوم »

ومتى أمكن لسفينة الفضاء التأكد من موقعهـــا وسرعتهـا واتجاهها أو متى حددت موقعها مرتين بدقة كافية فى فترتين

متباعدتين بالدرجة الكافية ، فان موقعها فى المستقبل يمكن أن يحدد نظريا تحديدا كاملا من قوانين ميكانيكا الأجرام السماوية • فالسفينة فى مسارها أسيرة جاذبية الشمس لا يمكنها ترك مدارها للكواكب والمذنبات الى أن تدار محركاتها ثانية • غير أن الحساب الفعلى للمدار سيكون عملا معقدا يستلزم استخدام آلات حاسبة الكترونية أكبر من أن تحمل فى سفينة الفضاء ويحتمل أن يلقى عبء هذه العملية على ماكينات على الأرض تقوم بارسال نتائجها باللاسلكى الى سفينة الفضاء بعد دقائق من استلام ملاحظاتها •

وسيحدث على فترات طويلة أثناء الرحلة أن يتضح أن موقع السفينة الفعلى قد بدأ فى الانحراف عن المدار الذى يجب أن تتبعه ، بسبب الأخطاء التى لا بد أن تحدث فى الفترة الابتدائية من الطيران بالمحركات • وقد يصبح من الضرورى تغيير اتجاه السفينة أو سرعتها أو كليهما لعمل التصحيح اللازم •

وقد سبق أن بينا أن اتجاه سفينة الفضاء أو وضع محورها لا علاقة له باتجاه حركتها • فيمكنها أن تدور أن تسير فى الفضاء بأى طريقة دون أن تتأثر بذلك سرعتها أو اتجاه حركتها • ولتغير هذا الوضع يجب استخدام الصواريخ بالطريقة المبينة فى شكل ١٤



شكل ١٤ . تغيير سرعة واتجاه سفينة الفضاء

فلنفرض أن سرعة السفينة واتجاهها يمثلان مقدارا واتجاها بالخط أ ب (ويسمى مثل هذا الخط كمية متجهة (Vector) وفى اللحظة التى تعنينا يكون وضع السفينة كالمبين فى النقطة (ا) ولنفرض الآن أن الحساب قد أظهر أن السرعة والاتجاه يجب أن تكون على الخط أ جـ فان مبادىء علم الديناميكا تدلنا على أنه لاعطاء السفينة السرعة والاتجاه المطـــلوبين يجب أن نعطيها سرعة فى الاتجاه ب جـ بتناسب مقدارها مع المســافة ب جـ • ويمكن القيام بذلك بادارة السفينة الى الوضع المبين فى (ب) واطلاق صواريخها الزمنية المحسوبة •

ويجب أن نؤكد هنا أن التغيير المطلوب فى الاتجـــاه فى الظروف العادية لن يزيد عن درجة كافية الا فيما ندر وبذلك تكون الطاقة اللازمة للتصحيح صغيرة جدا •

وعند هذه النقطة قد يتساءل أحـــدهم عمــا هـــو مقصـــود بسرعة سفينة الفضاء واتجاهها ؟ وبالنسبة لأى مرجع نقيسها ؟» وهذا السؤال غاية فى الأهمية فان قليلا من التفكير يظهر أنه لا معنى للكلام ببساطة عن سرعة سفينة الفضاء دون أن يضاف الى هذا أى معلومات أخرى •

ولننظر مثلا فى أمر سفينة بين الأرض والمريخ ، فالراصدون على المريخ بعد سلسلة من القياسات الدقيقة قد يقررون أن السفينة تقترب منهم بسرعة ١٢٫٥٧٠ ميلا/الساعة ، بينما تبين مشاهدات مأخوذة على الأرض بنفس الدقة أنها تبتعد بسرعة ٨٫٤٩٠ ميلا/الساعة وستعطى قراءات الراصدين فى الكواكب الأخرى نتائج مختلفة أيضا ، فلا توجد نقطتان ثابتتان بالنسبة لبعضهما البعض فى المجموعة الشمسية ، وستكون كل هذه القياسات مساوية فى الصحة فبأيها تأخذ سفينة الفضاء ؟

والاجابة على ذلك هى : ما يناسبنا عمليا ، فسفينة للفضاء تنطلق من الأرض يهمها أولا سرعتها بالنسبة للأرض ، على الأقل فى الساعات القليلة الأولى من الطيران ، لذلك تستخدم هذا الجسم كمرجع للقياسات • وبعد بضعة أيام عندما تتقدم فى رحلتها وتصبح جاذبية الأرض ضعيفة تصبح الشمس هى المرجع الطبيعى وخاصة لأن مسار السفينة الآن يصبح تقريبا تحت تحكم جاذبية الشمس تماما وعند الاقتراب من الكوكب المقصود يتغير مرجع القياسات مرة أخرى ، فالملاح الآن يهتم أكثر ما يهتم بالمناورات التى تؤدى الى هبوطه على الكوكب •

وهناك تشبيه أرضى مناسب وهو حالة طائرة تطير من حاملة طائرات الى الأخرى ففى لحظات الهبوط والاقلاع يكون أهم ما يشغل بال الطيار هو سرعته بالنسبة لسطح الحاملة ، وعندما يصبح فى الجو فوق سطح البحر فالذى يهمه عندئذ لأغراض

الملاحة هو سرعته الأرضية .

وقد افترضنا فى كل مناقشاتنا حتى الآن أن مدارات الكواكب ومدار سفينة الفضاء تقع فى نفس المستوى ولكن هذا « تقريب أول » كما يسميه الرياضيون . فان مدارى المريخ والزهرة وهما الكوكبان اللذان نهتم بهما أكثر من الباقين ، يميلان فى الواقع على مدار الأرض بزوايا قدرها ٩ر١° ، ٤ر٣° على التوالى . وقد تبدو هذه المقادير صغيرة جدا ، ولكن ـ لعظم المسافات المعنية ـ فان اهمالها يجعل سفينة الفضاء فى آخر الرحلة تصل «فوق» أو «تحت» الكواكب بما يقرب من ٠٠٠ر٠٠٠ر٥ ميل ولتصحيح هذا الوضع يحسن اجراء تغيير بسيط فى الاتجاه عند منتصف الرحلة تقريبا ويكون هذا التغيير بمقدار درجة كافية ولكنه ينتج التعويض المطلوب خلال المسافات المعينة .

وقد ذكرنا عدة مرات فائدة الراديو والرادار فى الفضاء ، وهذا موضوع له نفس أهمية بناء المحركات الصاروخية ذاتها تقريبا . حقيقة أنه من غير الصواريخ يصبح السفر بين الكواكب مستحيلا « على الأقل حسب معلوماتنا الحاضرة » ولكنه من غير اللاسلكى سيعرقل عرقلة شديدة . فلن تكون هناك وسيلة للتحكم فى قذائفنا الأولى الموجهة التى لا يقودها أحد ، أو للحصول على المعلومات منها ، ولن نستطيع الاتصال بسفن الفضاء أو ارسال التعليمات الملاحية اليها .

ولنصحح فورا خطأين شائعين عن اللاسلكى ، فأولا

تستطيع أمواج اللاسلكى الانتقال فى الفضاء المفرغ مثلها فى ذلك مثل باقى الاشعاعات الكهرومغناطيسية والأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما وغيرها وقد ثبت هذا عمليا فى المجال الفلكى قبل أن ينجح سلاح الاشارة بالولايات المتحدة سنة ١٩٤٦ فى الحصول على أصداء رادارية من القمر بزمن طويل • ففى سنة ١٩٣٢ اكتشف كارل جانسكى (Karl Jansky) « ضوضاء » لاسلكية وقد أثبت أن مصدرها خارج المجموعة الشمسية بكثير حيث انه لم ينتقل انتقالا محسوسا فى السماء أثناء سير الأرض فى حركتها السنوية • ويظن أن مصدر هذه الاشعاعات فى النجوم أو السدم الموجودة فى المجرة غير أن بحثها بالتفصيل هو أعظم مهام العلم الجديد « لاسلكى الفلك » فاذا كان لدينا أجهزة ارسال قوية بالدرجة الكافية وأجهزة استقبال حساسة بالدرجة الكافية يمكننا ارسال اشارات لاسلكية من أى نوع (كاشارات مورس والصوت والصور الفوتوغرافية والشبيهات والرؤية الخ) عبر أى مسافة فلكية •

وثانيا يختلط على كثير من الناس لوجود طبقة هيفسايد أو الأيونوسفير التى تعكس اشارات اللاسلكى الى الأرض ثانية كما ذكرنا فى الفصل الثانى وبذلك تجعل الاذاعة على المدى البعيد ممكنة • على أن هذه الطبقة لا تعكس سوى الموجات التى يزيد طولها عن مقدار حرج معين • وهذا المقدار يتوقف

على عوامل كثيرة ويكون عادة حـــوالى عشرة أمتـــار • أما الموجات الأقصر من ذلك فتمر خلال الأيونوســـفير دون أى مقاومة تذكر ، ويمكن استخدامها لأغراض المواصـــلات بين الكواكب •

« ونافذتنا » على الفضاء هذه تمرر مدى هائلا من الترددات اللاسلكية يغطى كل خدمات التليفزيون والرادار ويمتـــد بثغرات قليلة خلال الموجات السنتيمترية والمليمترية الى الأشعة تحت الحمراء حتى الضوء المنظور نفسه • أما الموجات الأقصر من ذلك (كالأشعه فوق البنفســجية والأشــعة السينية الخ) فلا يمكنها المرور خلال الغلاف الجوى لأن الهواء معتم بالنسبة لها • (لا تصل الى سطح الأرض مخترقة الجو من الأشعـة فوق البنفسجية فى طيف الشمس الا أطولها ، ولـولا أنهـــا تحجز بعيدا جدا فوق رءوسنا لما كانت الحياة كما نعرفها ممكنة على سطح هذا الكوكب ولأخذ التطور طريقا آخر) •

نستطيع اذا أن نقول فى اطمئنان أن علم السفر فى الفضاء سيكون لديه كل الموجات التى قد يرغب فى استخدامها فهـذا المدى من الترددات يمكن أن يحمل ما يقـــرب من بليـــون دائرة للحديث دون تداخل ! وتصبح المسألة هى هل يمكننا أن نأمل فى ارسال اشارات يمكن تمييزها على مسافات كالأبعاد بين الكواكب •

وفيما يختص بجارنا القريب القمر يمكن الاجابة على ذلك

فورا فيمكن الاتصال بالبعثه القمرية باستخدام أضعف أجهزة ارسال الموجات القصيرة مع هوائى متوسط • أما ارســــال اشارات تليفزيونية بوساطة الجهــاز الضعيف نســبيا الذى ستستطيع سفينة الفضاء أن تحمله فسيكون أصعب قليــلا وان كان ممكنا •

وعند بحث المدى بين الكواكب تصبح مشــكلة القــدرة أدق كثيرا بالطبع • فالزهرة بما انها تكون ـ فى أقرب وضــع ـ أبعد من القمر مائة مرة ، فاننا نحتاج الى عشرة آلاف ضعف القدرة المستخدمة فى جهاز معين للحصول على نفس المستوى من النتائج • غير أن القدرة وحدها ليست هى الحل الوحيدلهذه المشكلة • فكثير من الناس قد شاهدوا الأبنية المعدنية الكبيرة ، وقد تصنع من شباك السلك التى تشبه مدافع كهربائية مكبرة ، وهى تســـــتخدم فى بعض أنواع الرادار ، وما هى الا مرايا لاسلكية لتجميع الاشارات الواردة أو تركيـــز الاشـــارات الصادرة • وباستخدام مثل هذه المرايا وجعلها كبيرة بالدرجة الكافية يمكن زيادة المدى دون رفع القدرة •

ومن المعقول أن نفرض أن سفينة الفضاء يمكنها حمل مثل هذا المجمع مطويا كالشمسية وله مساحة فعالة أكثر من ياردة مربعة • ويمكن استخدام مـــرايا أكبر كثـــيرا فى المحطات الأرضية) وفى الواقع أنشئت فعلا مزايا تبلغ مساحتها ٣٠٠٠ ياردة مربعة لاستعمالها فى الأبحاث الفلكية) ويمكن باستعمال

منشآت كهذه ارســـال الحديث الى المريخ أو الزهـــرة دون صعوبة كبيرة أما رسائل الشفرة (وهى تتطلب قدرة أقـــل كثيرا) فيمكن أن تصل الى المشترى على الأقل •

ويحتمل أن يكون العامل الذى يحد من مدى اللاســلكى فى الفضاء هو التداخل من المجرة ، الذى سبق ذكره • فهى تحدث تشويشا اذاعيا قد يطغى على صوت أجهزة ارسالنا فى المسافات البعيدة • وزيادة حساسية أجهزة الاســتقبال يعنى استقبال ضوضاء اذاعية أكثر وبذلك لن يتحسن الحال • عـلى ان هذا العامل لن يضايقنا كثيرا اذا كنا نبحث ارسال الاشارات فى المدى القصير نسبيا الموجود فى المجموعة الشمسية !

أما التحديد الذى سيكون سببا للمضايقـــة فهو السرعة المحدودة للموجات اللاسلكية • فالرسالة تستغـــرق ثانيتين ونصف الثانية للذهاب الى القمر والعودة وهى تسير بسرعـــة ١٨٦٫٠٠٠ ميل/الثانية ، فاذا كنا نتحدث مع شخص على القمر فسيوجد هذا التأخير الزمنى القصير قبل وصول الرد (وقـد أوضحت هذه النقطة جيدا فى فيلم الهدف ـ القمر) • ويزداد هذا التأخير فى المسافات بين الكواكب بحيث يصـبح الحـديث بمعناه هذا غير ممكن ـ اذ يستغرق وصول الرد من الزهـرة والمريخ خمس دقائق وتسع دقائق على التوالى حتى اذا كانا على أقرب مسافة لهما من الأرض !

وهذه الصعوبة أساسية ، ولا علاقة لها بنقائص أجهزتنا فى

الوقت الحاضر • وما لم نكتشف طريقة لنقل الاشارات بسرعة الضوء (الأمر الذى تقرر النظرية النسبية استحالته) فلن يتمكن أحد من أن يتحدث أبدا بالمعنى المفهوم للكلمة مع شخص آخر على كوكب آخر • وقد يستطيع الشخص أن يسمع صوت صديق من المريخ ، ولكن الكلمات التى تصل الى الأرض تكون دائما قد قيلت قبل ذلك بأربع دقائق على الأقل •

ومما يستحق الذكر أن استعمال الموجات الضوئية قد يكون أنسب من اللاسلكى لبعض الأغراض الخاصة فيمكن تكييف شعاع من الضوء بالكلام (Modulation) وقد استخدم الضوء فى الهليوجراف لارسال اشارة مورس قبل اختراع الراديو بمدة طويلة • وباستخدام كشافات قوية كأجهزة ارسال واستخدام مرايا تمرر الضوء الى خلايا ضوئية كهربائية حساسة يمكن الاحتفاظ بالاتصال على مدى ملايين الأميال • والعامل الذى يحد المدى فى هذه الحالة هو الأضواء الخلفية للنجوم والسدم •

وقد سبق أن ذكرنا استخدام الرادار أثناء الاقتراب من أى كوكب ، و لاشك أنه سيلعب دورا هاما فى سبر أغوار الأجواء الكثيفة مثل جو الزهرة والكواكب العملاقة عند ارسال سفن لاستكشافها وكثيرا ما تقدم بعضهم باقتراح أن تحمل سفينة الفضاء رادار لتحذيرها من اقتراب الشهب حتى تقوم بالاجراءات

اللازمة لتفاديها فى الوقت المناسب • ولكن بحثا قصيرا جدا يبين أن هذا المشروع يشبه مشروع الفارس الأبيض لتركيب خلاخيل مسننة حول أقدام فرسه لحمايته من هجمات سمك القرش • فان الشهب صغيرة لدرجة أنه لايوجد جهاز للرادار يستطيع اكتشافها قبل جزء من الثانية من الارتطام — وهى فترة انذار لا فائدة منها • وسترى فى الفصل التالى على أى حال أنها من الندرة بحيث لا تشكل خطرا كبيرا على السفر فى الفضاء •

الفصل التاسع

الحياة فى سفينة الفضاء

ذكرنا فى فصول سابقة عددا من المشاكل الفنية التى يجب التغلب عليها قبل أن يتمكن الانسان من الحياة والعمل دون عناء فى سفن الفضاء • وقد بحثنا فى الفصل السادس أكثر العوامل أهمية وهما تكييف الهواء والتحكم فى درجة الحرارة •• وعلينا بالاضافة الى ذلك أن نبحث مشاكل التزود بالطعام والماء والأخطار الطبيعية الناتجة عن الاشعاعات الخطرة والشهب والمشاكل الطبية والنفسانية التى قد تنشأ تحت ضغط هذه الظروف غير الطبيعية •

ولنفحصَ أولا العوامل الطبيعية الخالصة ، فسفينة الفضاء خارج الغلاف الجوى تتعرض باستمرار لوابل من أشعةالشمس المنظورة وغير المنظورة والأشعة الكونية الغامضة والشديدة التغلغل التى يبدو أنها تصل الينا من جميع الاتجاهات •

والأثر الوحيد لأشعة الشمس لن يعدو تدفئة السفينة فهى لا تستطيع اختراق أقل سمك من الجدران ، وهناك شىء واحد

يجب أن نحتاط منه ، وهو الأشعة فوق البنفسجية الخطرة التى يمكن أن تسبب حروقا شديدة • وستمر هذه الأشعة خلال نوافذ وفتحات السفينة ما لم تكن مصنوعة من مادة خاصة • ولحسن الحظ توجد أنواع من الزجاج المعتم بالنسبة لهذه الأشعة ولكنه يسمح بمرور الضوء العادى •

أما الأشعة الكونية فلن يصدها الا لوح من الرصاص سمكه ياردة • وحتى هذا السمك تخترقه الأشعة القوية منها • ومصدر هذه الأشعة بل وتركيبها ما زالت تكتنفه الشكوك • وان كان يبدو أنها جزئيات مشحونة (قد تكون بروتونات) تسير بسرعات أقل قليلا من سرعة الضوء • وعند دخولها الى الجو ينتج عن اختراقها لطبقات الهواء مجموعة معقدة من الاشعاعات الثانوية وبذلك فالغلاف الجوى يعمل جزئيا كدرع واق وفى نفس الوقت كمصدر لأشعة اضافية بنفس الطريقة التى يصبح بها جدار من الطوب أصابته قذيفة مدفع مصدرا لعدد كبير من القذائف الثانوية •

وبالرغم من أننا نقضى كل حياتنا تحت هذا القصف ، الا أنه لا توجد دلائل على أنه يسبب لنا أى أضرار جثمانية ، وتتزايد كثافة الاشعاع على الارتفاعات العليا وتصل الى حد أقصى على ارتفاع ١٢ ميلا تقريبا حيث تصبح خمسين ضعفا لقيمتها على سطح البحر • وبزيادة الارتفاع بعد ذلك تبدأ الكثافة فى

التناقص ثانية حتى تصل الى مستوى ثابت يوازى الكثافة عند سطح الأرض خمس عشرة مرة •

ومع أن آثار الأشعة الكونية فى الفترات الزمنية الطويلة كأسابيع الطيران فى رحلة بين الكواكب ما زالت مجهولة • الا انه من المستبعد أن تشكل خطرا جديا • وقد قضى طيارو الارتفاعات العالية ساعات كثيرة ـ قد يصل مجموعها الى أيام فى بعض الحالات ـ على ارتفاعات تكون فيها كثافة الأشعة الكونية مثل قيمتها فى الفضاء الحر على الأقل • وقد اخترق رجلان طبقة الكثافة العظمى وقضيا عدة ساعات فوقها دون أثر ضار وهما ستيفن واندرش فى البالون الستراتوسفيرى المستكشف الثانى سنة ١٩٣٥) ومما يستحق التسجيل أن عددا من ذباب الفاكهة « الدروسوفيلا (Drosophila) » وهو المادة الخام التقليدية لعلماء الوراثة قد استعيد سالما بعد رحلة فى صاروخ من طراز ف ٢ • ونال بذلك شرف الأولوية فى السفر خارج الغلاف الجوى بالنسبة للكائنات الحية ! وبذلك يتضح أن خطر الأشعة الكونية ليس الا واحدا من تلك الأخطار التى طالما هددت كل مشروع ناشىء ويمكن أن نضعها فى طبقة واحدة مع الوحوش البحرية الهائلة التى لا شك فى أن أصدقاء كولومبس المخلصين كانوا يحذرونه منها •

أما الشهب فهى ليست خرافية بالتأكيد ، فقد أحدث اصطدامها فى بعض الحالات ثقوبا فى القشرة الأرضية يبلغ

قطرها الميل . ويصل مجموع عدد الشهب التي تدخل الغلاف الجوى خلال أربع وعشرين ساعة ٧٥٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ كما قدرها البعض . والغالبية العظمى من هذا العدد المذهل أصغر كثيرا من حبات الرمال . وتصل أقطار خمسة ملايين منها فقط الى عشر البوصة ، وتصل خمسة أو عشرة منها فقط الى الحجم الذى يجعلها تستمر فى الوجود بعد اختراق الغلاف الجوى حتى تصل الى سطح الأرض .

وعند مقارنة حجم الكرة الأرضية بحجم أى سفينة للفضاء نتخيلها ، يتخذ خطر الشهب أبعاده الحقيقية وبالرغم من أن ذرات يبلغ قطرها بضعة أجزاء من الألف من البوصة يمكن أن تشكل خطرا على السرعات المعينة (وقد تصل سرعات الشهب الى ١٦٠ر٠٠٠ ميل/الساعة) الا أن احتمالات اختراق جدار السفينة يمكن اهمالها فى الرحلات المتوسطة الزمن . وقد قدر بعضهم أن هناك فرصة واحدة من عشرة آلاف للتقابل مع شهاب يستطيع اختراق صفيحة من الصلب سمكها ١/٨ بوصة خلال رحلة الى القمر .

ومن الشائق أن نتخيل ما يمكن أن يحدث فى حالة الاصطدام على هذه السرعات التى تفوق أى سرعات تقابلنا على الأرض . وقد اقترح البعض أن الشهاب ومساحة من الجدار فى نقطة الاصطدام ستتبخر فورا دون حدوث اختراق . وفى هذه الحالة يمكن لغلاف ثان موضوع خارج غرفة الضغط على

مسافة بوصة أو نحو ذلك أن يعمل كدرع يزود السفينة بعامل أمن كبير •

ويجب أن نشير هنا الى أنه حتى اذا احترق شهاب جدران السفينة فعلا فان ذلك لن يكون خطيرا فى معظم الأحوال • واذا ثقبت غرفة الضغط نفسها بوساطة شهاب متوسط الحجم فيمكن سد الثقب الناتج باستعمال شفاطات (مثل كئوس الهواء) قبل فقدان الكثير من الهواء • كما يمكن بناء حوائط تسد فيها الثقوب تلقائيا على المبدأ المستخدم فى خزانات وقود الطائرات المعدة ضد الطلقات اذا اتضح لزوم ذلك ، وان كنا نستبعد الحاجة الى مثل هذه الخطوات الشديدة •

أما الشهب « العملاقة » النادرة التى يزيد قطرها عن البوصة فمن المحتم ألا نحتاج لاتخاذ احتياطات لصدها • فان على سفينة الفضاء المتوسطة الحجم أن تنتظر ملايين عديدة من السنين قبل أن تصطدم بمثل هذا « الوحش » والشهب الأكبر من ذلك أندر وقوعا بالطبع •

وعلى النهاية الأخرى من المقياس ينتظر بعدأن تكون السفينة قد عملت لفترة كبيرة من الزمن أن يحدث غبار الشهب ثقوبا صغيرة عديدة فى الجدران تزيد من فقد الهواء الطبيعى خلال البناء • ولا يمكن اكتشاف مقدار هذا التأثير الا بالتجربة وقد لا يتطلب علاجه سوى اضافة طبقة من الطلاء •

والشهب ليست المادة الوحيدة الموجودة فى الفضاء وان

كانت أصغر الأجسام الصلبة به • فبالاضافة الى ذلك هنـــاك غاز خفيف بدرجة لا يتصورها العقل ممتد فى الفراغ بـين الكواكب بل وبين النجوم • وهو يتكون كليا من الأيدروجين تقريبا وتبلغ كثافته جزءا من ألف مليون مليون مليون من كثافة الهواء على مستوى سطح البحر • ويعتبر هذا بالطبع فـراغا تاما عمليا • ومن المؤكد أن هذا الغاز « البين النجمى (لن تكون له أهمية بالنسبة للسفر بين الكواكب وان كان قـد لا يؤثر تأثيرا محسوسا عندما نفكر فى السفر الى النجوم ، كما سترى فى الفصل السادس عشر • ونحن نذكر هذا الغاز هـنا لأنه يثير من جديد مسألة درجة حرارة الفضاء • فهذه الذرات من الأيدروجين تتحرك بسرعات كبيرة جدا • وهى سرعات تتناسب فى أى غاز تحت الظروف العادية مع درجة حرارة تبلـغ ٢٠٫٠٠٠ درجة فهرنهايت أو تزيد • ومـع ذلك فنظـرا للانخفاض البالغ فى كثافة الغاز فان كمية الحرارة الموجودة به مهملة تماما ، وليس لوجودها أدنى تأثير على سفينة الفضاء • وقد كتب أحد الصحفيين منذ بضعة أعوام مقالة مثيرة ــ بعد أن قرأ أن درجة حرارة الفضاء تبلـغ آلافا عـديدة من الدرجات ــ قال فيها ان الأرض محـاطة بنطاق من النيران وان السفر بين الكواكب مستحيل • وستكون تجربة مسـلية أن يؤخذ هذا السيد (مع تموينه من الهواء طبعا) ويغمر فى الغاز البين النجمى الذى تبلغ درجة حرارته ٢٠٫٠٠٠ درجـة

فهرنهايت دون أى مصدر آخر للدفء فلعله يتعلم أن يقدر الفرق بين « درجة الحرارة » و « الحرارة » نفسها قبل أن يتجمد جسمه من البرد ! فذرات الأيدروجين التى تقابلنا من حين لآخر وان كانت على درجة حرارة مرتفعة جدا ، الا أنه يجب أن تجمع من حجم هائل من الفضاء حتى تكفى لغلى ملء كستبان من الماء وهناك حالة تشبه هذه الرحلة الى حد كبير تقابلنا عند استعمال الألعاب النارية التى تستخدم داخل المنازل وتعرف باسم « الشمس والقمر » ، فهذه الصواريخ تطلق نجوما لامعة على درجة حرارة تكفى للتوهج الا أنها لصغرها البالغ قد تسقط على اليد دون أن تولد أى احساس بالحرارة •

وينطبق نفس الشىء على غازات الطبقات العليا من الغلاف الجوى ، فهى على درجات حرارة تبلغ ٣٠٠٠ درجة فهرنهايت •• وبالرغم من أنها أكثف من الغاز البين النجمى بملايين المرات ، الا أنها ما زالت مخلخلة لدرجة ألا تعطى أى حرارة للجسم اذا غمر فيها •

وقبل أن نترك هذا الموضوع ، فان من الشائق أن نحاول تقدير كمية المادة الموجودة فى حجم من الفضاء يساوى حجم الكرة الأرضية • والاجابة هى : حوالى ربع أوقية من الشهب ومن أوقيتين الى ثلاثة من الأيدروجين ! ولعل هذه الأرقام توضح خيرا من أى شىء آخر فراغ الفضاء •

وننتقل الآن الى الموضوع الذى أعطى اسم « طب الفضاء »

تشبها بأخيه الذى لا يكبره كثيرا والمسمى « طب الطيران » ، فنحن وان كنا قد نستطيع حل المشاكل الهندسية البحتة فى علم السفر فى الفضاء الا انه سيكتب علينا البقـاء الى الأبد على كوكبنا الأصلى اذا لم نستطع التغلب على الصعوبات الفسيولوجية كذلك • وعندئذ لن نستطيع النظر الى الكواكب الأخرى الا من خلال عيون « الانسان الميكانيكى »

وفيما يختص بدرجة الحـرارة والضغط رأينا كيف أنه لا توجد أى صعوبة أساسية فى سبيل ايجاد الظروف المريحـة تماما • وبالمثل فان التزود بالطعام لا يشكل أى مشكلة الا فيما يختص بالوزن الذى يتضمنه • وأحيانا ما اقترح البعض أن تخترع فى المستقبل أغـذية مركزة حتى يستطـيع المرء أن يتناول وجبة كاملة فى قرص واحد • ولاشك أن هذا سيكون فتحا كبيرا لعلم السفر فى الفضاء ، وان كنا سننـتظر الى أن نرى كتابا فرنسيا عن الموضوع يحبذ هذه الطريقة ، ومع ذلك فهذه الطريقة ليست علمية ، لأن الجسم يحتاج الى كمية معينة من المواد الخشنة ذات الحجم الـكبير • وحتى لو أمكن أن يعيش الانسان على الأقراص أياما عديدة فلا يمكن أن يعتبر هذا حلا دائما للمشكلة •

وكمية الطعام اليومية المقررة لمستكشفى القطب هى رطلان ، ولكن قابلية ركاب سفينة الفضاء للطعام ـ وهم يعيشون فى ظروف انعدام الجاذبية وبذلك لا يبذلون أى مجهود جسمانى تقريبا ـ

لا يحتمل أن تكون مثل قابلية رجال يجرون الزحافات فوق الثلاجات في درجة حرارة تحت الصفر بكثير بأي حال من الأحوال وقد تكون كمية الطعام اللازمة فى الفضاء أقل كثيرا من رطل واحد فى اليوم • ومع ذلك فسنفترض أسوأ الاحتمالات ونحدد الكمية على أساس المستوى القطبى •

وقد رأينا من قبل أن كمية الأكسجين اللازمة للفرد الواحد هى رطلان أيضا • أما مقدار الماء المطلوب فلا يمكن تقديره بمثل هذه السهولة • فكمية السوائل التى يحتاجها الجسم تختلف كثيرا باختلاف الظروف ، وفضلا عن ذلك فالماء ـ بخلاف الطعام والأكسجين ـ يمكن استعادته جميعا (بالتقطير والتنقية) فى الدورة المغلقة التى تمثلها سفينة الفضاء ، ولهذا فان الاستهلاك الفعلى سيكون صغيرا جدا ولن نحتاج الا الى كمية صغيرة جدا من الماء لتغطية ما يفقد من كميات ، فاذا افترضنا أن هذه الكمية هى رطل واحد فى اليوم تكون كمية المواد التى يستهلكها كل فرد من أفراد طاقم السفينة هى : خمسة أرطال فى اليوم •

وليس هذا الرقم كبيرا جدا بالتأكيد • وعلى هذا الأساس يكون الاستهلاك الكلى من الطعام والأكسجين والماء لثلاثة رجال فى رحلة الى القمر والعودة مع البقاء هناك لمدة أسبوع حوالى ٢٥٠ رطلا ، وفى الرحلات الأطول من ذلك يمكن حساب الكمية المشار اليها على أساس نحو ¼ الطن فى السنة للفرد • وهى

ضريبة وزن باهظة وان لم تكن مستحيلة التحقيق •

ومن العدل أن نقول ان الظروف الوحيدة الشاذة التى يجب على جسم الانسان أن يتحملها فى السفر بين الفضاء هى تلك الناشئة عن التسارع ـ أو انعدامه ويعتقد أغلب من سبق لهم قراءة قصص أو مشاهدة أشرطة سينمائية عن هذا الموضوع اعتقادا راسخا بأن طاقم سفينة الفضاء يتعرضون عند الانطلاق الى ضغط يكاد يفوق قدرتهم على التحمل ـ اذ تمتلك أجسامهم أضعاف وزنها الطبيعى نتيجة للتسارع •

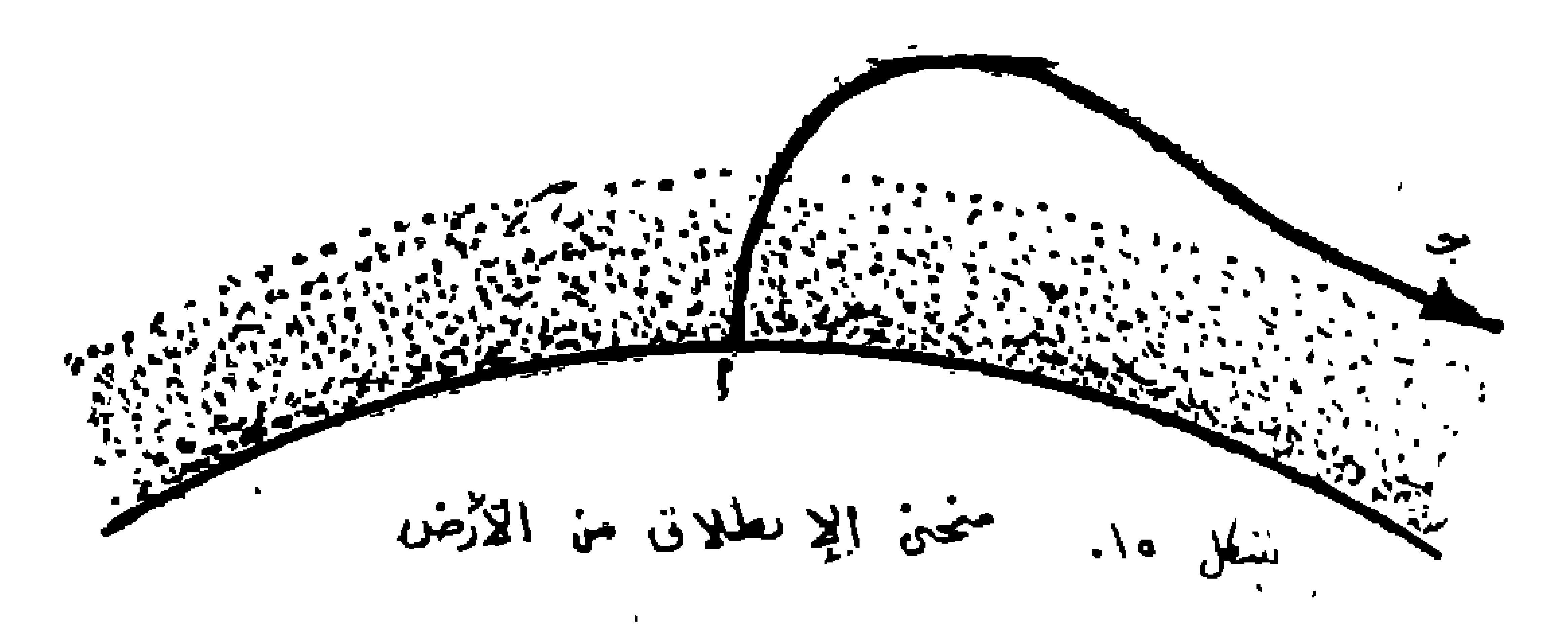
وهذه واحدة أخرى من صعوبات طيران الفضاء لاقت كثيرا من المبالغة فى الماضى • وتستغرق سفينة الفضاء تسع دقائق للوصول لسرعة الافلات بتسارع قدره ٢ ج وتستغرق ثلاثة دقائق ونصف باستخدام تسارع ٥ ج •

ويستطيع الانسان أن يتحمل تسارعا أكبر من هذا لمدد أطول اذا اتخذت الاجراءات اللازمة لحمايته • غير أن مستلزمات السفر فى الفضاء ليست فى مثل الشدة التى تشير اليها هذه الأرقام • فلا ضرورة لاستخدام تسارع كبير أثناء الانطلاق الا خلال الدقيقة الأولى من استخدام المحركات •

والغرض الوحيد من استخدام قيمة عالية للتسارع هو الاقلال من الخسارة الناتجة عن جذب الأرض للسفينة • ويصبح هذا العامل خطيرا اذا تسلق الصاروخ عموديا بتسارع منخفض واستغرق بذلك وقتا طويلا للوصول الى سرعة

الأفلات ، فلو تمكنت السفينة من اكتساب كل سرعتـــها فى الانجاه الأفقى فان الجاذبية لن تسبب أى نقص فى السرعـــة ويمكننا عندئذ اكتساب السرعة بالبطء الذى يحلو لنا • ومن الواضح أن هذا ليس ممكنا عمليا • ولكننا نصل الى حل قريب من هذا اذا ارتفعت سفينة الفضاء رأسيا خلال الخمسين ميــلا الأولى ثم انحرفت باتجاه الشرق كما هو مبين بشــكل ١٥ ، فالجاذبية ستجذبها الى أسفل ولكنها لن تستطيع أن تؤثر عــلى سرعتها الأفقية التى تتزايد باستمرار تحت دفع الصواريخ • فاذا كان برنامج الطيران قد أعد اعدادا صحيحا تصل السفينة الى السرعة المدارية (وليكن هذا عند النقطة ج) قبل احتمال دخولها مرة ثانية الى الغلاف الجوى ويمكنها عندئذ أن تبطل محركاتها تماما وتنتظر لاعادة تزويدها بالوقود أو قد تستمر فى التسارع ببطء كما يحلو لها حتى تصل الى سرعة الافلات•

من هذا نرى اننا لن نحتاج لتسارع كبير (قد يصل الى ٣ ج) الا فى خلال ذلك الجزء من مسار الرحلة بين أ ، ب ويستمر هذا لمدة تزيد قليلا عن الدقيقة •



شكل ١٥. منحنى الإنطلاق من الأرض

أما في باقى المسار من ب فصاعدا فلا لزوم لزيادة التسارع عن جاذبية واحدة • ولن يشعر الطاقم بأى مضايقة •

وتسارع مقداره ٣ ج في الاتجاه الرأسي يعنى أن ركاب سفينة الفضاء سيتأثرون بأربعة أضعاف وزنهم الطبيعى ، اذ تضيف الجاذبية الأرضية قوتها الى القوة التى يحدثها دفع الصواريخ • ويمكن للرجل في صحة معتادة أن يتحمل مثل هذا التسارع لدقيقتين أو ثلاث حتى في وضع الجلوس • وتزداد المقدرة على تحمل التسارع كثيرا في وضع الرقود اذ يمكن للشخص أن يتحمل تسارعا مقداره عشرون جاذبية لفترة تصل الى دقيقة • ويتضح من ذلك أن جسم الانسان قد بنى طبقا لمواصفات أقسى بكثير مما قد يستلزمه السفر في الفضاء •

والواقع أن تصميم سفينة الفضاء نفسها ـ وليس تحمل الملاحين ـ هو الذى سيحدد أقصى تسارع يمكن استخدامه ، اذ أن استخدام تسارع كبير عند الانطلاق يستلزم زيادة غير مقبولة في وزن الصاروخ لتحمل هذا التسارع •

وتسارع ٤ ج في وضع الرقود لن يسبب مضايقة كبيرة اذا استمر لفترة دقيقة واحدة فقط • فالمرء ما يزال قادرا على تحريك أطرافه ولن يصبح عاجزاً عن التصرف تماما • ورفع الذراع ضد تسارع ٤ ج يستلزم مجهودا يساوى ما نبذله لرفع حافظة أوراق ثقيلة أو آلة كاتبة صغيرة ممن لا يمكن

أن نعدهم من ذوى القوة البدنية الهائلة •

وفى الواقع لن يكون على طاقم السفينة أى واجبات أثناء الصعود فقد سبق أن ذكرنا أنه سيكون أوتوماتيكيا تماما •

ويصح أن نشير الى أن الاتجاه الظاهرى للجاذبية لن يتغير أثناء ارتفاع السفينة وانحرافها نحو الشرق • فما دامت المحركات دائرة فان الاتجاه يكون الى أسفل » من مقدم السفينة الى مؤخرتها • ولا يكون هناك بعد ذلك « فوق » أو « تحت » اطلاقا للاسباب التى سبق شرحها فى الفصل الخامس •

ولن تتطلب أى عملية أخرى تسارعا مرتفعا كالذى يتطلبه الاقلاع من الأرض • فالهبوط والاقلاع على أجسام كالمريخ والقمر عملية هينة نسبيا ، ويبدو أنه لا توجد فى المجموعة الشمسية كواكب لها جاذبية أكبر من عالمنا ، وفى نفس الوقت لها سطح مستقر قد نأمل فى الهبوط عليه ـ أو نتمكن من ذلك ـ فى يوم من الأيام ويكفينا هذا بالنسبة لخطر ازدياد الوزن ، ولكن ما هو تأثير الحالة العكسية ـ هل ينعدم الوزن تماما ؟

ونحن هنا بصدد حالة لن نستطيع أبدا تمثيلها على الأرض • ولهذا فنحن عاجزون عن اجراء أى تجارب عليها قبل مجابهتها •• ولا توجد أى صعوبة فى كشف انفعال الانسان تحت تأثير الوزن الزائد ، فكل ما هناك هو أن نضعه فى آلة مركزية طاردة (Centrifuge) وأن نديرها بسرعة كبيرة ولكن لا توجد

أى طريقة لانقاص الجاذبية على اطلاق ، والشيء الوحيد الذى نستطيع عمله هو أن نبحث بدقة فى عمل الجسم الانسانى ونقرر كيف تؤثر الجاذبية على أعضائه وعملياته الطبيعية المختلفة ثم نتخيل ما يحدث عند ازالة هذه القوة • وهذه أساسا مشكلة فى الميكانيكا النظرية ـ ميكانيكا الجسم الانسانى البالغة التعقيد•

وبعض الحقائق تبدو على الفور • فأجسامنا لا تبالى باتجاه الجاذبية تقريبا فى كثير من النواحى • فنحن نستطيع أن نأكل ونتنفس ونتكلم ونفكر ونستخدم أيدينا سواء كنا فى وضع الوقوف أو الجلوس أو الاستلقاء ، والوضع الوحيدالذى نشعر فيه بالتعاسة هو عندما يكون القدمان أعلى من الرأس • وحتى حالة « الجاذبية السلبية » هذه يمكن تحملها لفترات طويلة من الزمن •

وتظهر هذه الحقائق أن الجاذبية لا تساعد كما لا تعطل معظم العمليات الجثمانية العادية • وقد عاش كثير من المرضى سنوات عديدة فى الوضع الأفقى حيث لا يكون للجاذبية الا أثر بسيط عليهم وان كانت لا تزال موجودة بالطبع • فهى لا تساعدهم فى البلع أو هضم الطعام • وبالرغم من أن القلب يقوم بجزء بسيط من واجباته المعتادة فى حمل الدم الا أن هذا لا يجعله يسرع فى نبضه •

وقد أجمعت آراء الأطباء على أن العضو الوحيد الذى قد يتأثر بسبب الانعدام التام للجاذبية هو جهاز التوازن بالأذن

الداخلية • وهذا الجهاز عبارة عن مجموعة من ثلاث قنوات هلالية متعامدة وبها سائل يملؤها جزئيا • وتقوم أعصاب مناسبة بالاحساس بحركة هذا السائل عند ادارة الرأس • وبما أن هذا يتم بوساطة القصور الذاتي فقط فلا ينتظر أن تتأثر هذه العملية بانعدام الوزن • غير أن الأذن الداخلية تحتوى بالاضافة الى ذلك عضوين آخرين يظن أنهما يسجلان الجاذبية وهما عبارة عن تجويفين صغيرين يحتويان على جزيئات صلبة ميكروسكوبية الحجم تسمى « الأوتوليث (Otoliths) ومعناها الحرفى « أحجار الأذن » • وتقوم هذه الأحجار بعمل الثقل الذى يعلق فى خيط الشاغول فهى تكتشف اتجاه الجاذبية كما تقيس مقدارها •

ومما يثير الاهتمام وربما كان ذا مغزى عظيم أن بعض الناس الذين يحرمون لسبب أو آخر من استخدام هذه الأعضاء لا يبدو أنهم يتعرضون لأى تأثير ضار • اذ يمكنهم تحديد اتجاههم تحديدا صحيحا حتى تحت الماء حيث لا يوجد ذلك الاحساس بالوزن الذى يساعدنا ، وذلك لأن النظر وحده يعتبر كافيا لأن يقدم لنا « نظاما للرجوع اليه » دون الاستعانة بأى عضو آخر •

ولهذا فمن المرجح أن حالة انعدام الوزن لن تكون ذات أثر ضار وقد لا تسبب أى مضايقة • وان كانت ستستغرق بعض الوقت حتى نعتادها • (والحق أنها قد تكون على العكس

من ذلك فستحقق حلم جميع الناس فى الصعود !

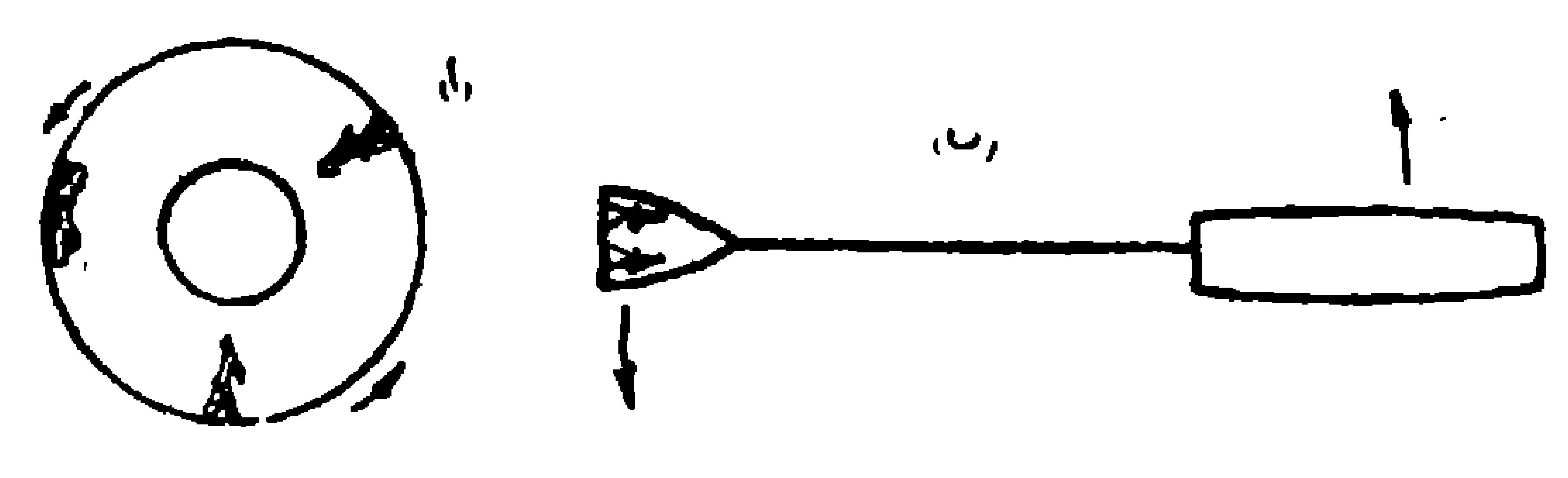
وربما كان التأثير النفسى أكثر أهمية من التأثير الفسيولوجى مما يجعل من المستحب تصميم كابينة سفينة الفضـــاء بحيث تظهر وكأن بها الاتجاهين العلوى والسفلى •

ومن المحتمل أن تكون عودة الجاذبية بعد فترة طويلة من انعدام الوزن شيئا مزعجا أكثر من انقطاعها • وعـــلى هـــذا يستغرق العائدون الى الأرض بعد رحلة طويلة بين الكواكب بعض الوقت ليعتادوا حالهم الجديد • وبالاضافة الى شعورهم بالثقل وبطء الحركة فقد يتعرضون لخطر كبير نظرا لمعاملتهم الارتفاعات الرأسية بأقل مما تستحق من التقـــدير • ونفس الشىء تقريبا يحدث للعائدين الى الأرض بعد الحياة على كوكب منخفض الجاذبية •

وأخيرا اذا اتضح أنه من الضرورى أو حتى من المفضـــل تجنب حالة انعدام الوزن هذه فان هناك طريقة بسيطة للقيام بذلك • والحق أن هناك طريقتين غير أن احداهما فقط يمكن أن تتحقق عمليا • فوزن ركاب سفينة الفضاء يمكن أن يكون عاديا لو احتفظت المحركات بتسارع ثابت قدره جاذبية واحدة طول مدة الرحلة ، أو على الأحرى اذا احتفظت بتسارع بهذه القيمة الى نقطة المنتصف ثم بتقصير (أو تسارع عكسى) بعدئذ وتكون السفينة قد استدارت ١٨٠° بالطبع • وبما أننا قـــد رأينا أنه من المستحيل هندسيا حمل كمية من الوقـــود تكفى

المسارع لما يزيد عن بضع دقائق ، فاننا سنصرف النظر فورا عن هذا الحل • وقد نستطيع القيام بمثل هذا العمل يوما ما عندما نتمكن من السيطرة على الطاقة الذرية سيطرة تامة • ولكنه سيظل خيالا مجردا لمدة طويلة قادمة •

أما الحل الآخر ، وهو الحل العلمى ، فيتضمن استخدام القوة الطاردة المركزية • فلنفرض أن سفينة للفضاء ذات مقطع دائرى (شكل ١٦) تدور بسرعة حول محورها ، فان أفراد الطاقم سيعتقدون أن اتجاه الجدار الدائرى هو الاتجاه السفلى وسيمكنهم السير حوله ما لم تؤثر على السفينة أي قوة خارجية (أى طالما بقيت فى المدار الحر) واذا اختيرت سرعة الدوران جيدا فانهم سيشعرون بالوزن الطبيعى • والواقع أنهم لن يستطيعوا بحال من الأحوال أن يميزوا بين هذه الجاذبية الصناعية والجاذبية الحقيقية •



شكل ١٦ احداث الجاذبية الصناعية

ولن يشعر ركاب السفينة بالدوران الا اذا نظروا الى النجوم وهى تتحرك عبر المنوافذ • وحتى هذا الشعور سيكون

نفسيا بحتا ويشبه ما يحس به أغلب الناس عند الجلوس فى قطار ورؤية قطار آخر يتحرك فى الظاهر على القضيب المجاور .. وفى مثل هذه الأحوال يكون من المستحيل معرفة أى القطارين يتحرك دون أى أدلة اضافية كوجود اهتزاز أو المقارنة بجسم نعرف تماما انه ثابت . ولن يكون هناك بالطبع اهتزاز فى سفينة تدور حول نفسها فى الفضاء المفرغ كما لا يوجد جسم ثابت نرجع اليه سوى النجوم .

وسرعة الدوران اللازمة لاحداث جاذبية واحدة صغيرة جدا . فيجب أن تدور الغرفة التى نصف قطرها عشرة أقدام حول نفسها دورة كل ثلاث ثوان . ويمكن احداث هذا الدوران بوساطة نافورات صاروخية من النوع المستخدم فى التوجيه ولن نحتاج لاطلاقها أكثر من بضع ثوان لاعطاء الدوران اللازم للسفينة . ويلزم بالطبع ازالة هذا الدوران بدفعة صغيرة من القوة قبل محاولة الهبوط .

وهذا الحل مع بساطته البادية يثير طائفة من المشاكل ، فان رؤية الناس على الجدار المقابل وهم يقفون فى وضع مقلوب قد تكون ذات أثر نفسى سىء ، وان كان التعود على ذلك ممكنا فى الغالب . كما أن تصميم الغرفة بحيث لا يرى الشخص الجانب الآخر سيكون أمرا سهلا على أى حال . وان كان على الطاقم أن يعتادوا التصرف الغريب للأرض فهى تنحنى الى أعلى بوضوح فى الأمام وفى الخلف غير أنها تبقى مستوية

حيثما يقف الانسان • كما أن التقاء الخطوط الرأسية سيكون ظاهرا أيضا بحيث يميل الشخص الواقف على بعد بضعة أقدام من الآخر نحوه •

واذا وقف شخص في غرفة بهذا الحجم فان رأسه يكون في منتصف المسافة الى المركز ، وبالتالى تكون للجاذبية عند رأسه نصف قيمتها عند الجدار • ولكى يقع الجسم فى مجال منتظم للجاذبية يجب أن ينام الشخص على الجدار ، وان كان من المرجح أن هذه الظاهرة لن تؤثر تأثيرا محسوسا أو غير مرغوب فيه •

ويمكن التغلب على كل هذه الصعوبات اذا أصبح نصف قطر الغرفة كبيرا بالدرجة الكافية • وفى (شكل ١٦ ب) طريقة ممكنة للحصول على هذا دون جعل سفينة الفضاء كبيرة بشكل غير عملى • فاذا قسمت سفينة الفضاء بعد وصولها الى المدار الصحيح الى جزئين يصل بينهما حبل ثم أديرت المجموعة كلها فان اتجاه الجاذبية سيكون واحدا تقريبا فى كل الغرفة ، كما أنه لن يتناقص في اتجاه السقف • واذا كان طول الحبل مائة قدم يكون زمن الدورة ٨ ثوان •

وسنرى في حينه اذا كان الأمر يستحق اجراء كل هذه التعقيدات ، ولا شك أن حياة مصممى سفن الفضاء ستكون أسعد كثيرا اذا ثبت عدم جدواها • فيجب علينا ألا ننسى أن السفينة يجب أن تكون أقوى كثيرا وبالتالى أكثر وزنا لتتحمل

هذه القوى التسارعية وعلاوة على ذلك فان هذا يتطلب أجهزة خاصة للقيام بأرصاد النجوم ولحفظ أجهزة اللاسلكى موجهة نحو الأرض •

وقد تكلمنا مرارا عن النواحي النفسية للسفر فى الفضاء ، ومما لا ريب فيه أن هذه الناحية ستتخذ أهمية بالغة فى الرحلات الطويلة حقا • ومع ذلك فمما يستحق الذكر أن رجالا أحسن اختيارهم ويجمع بينهم عمل مشترك يستطيعون الحياة والعمل سويا فى أماكن متقاربة لمدة شهور أو سنين كما أثبتت سجلات الرحلات الى القطب الجنوبى •

وسنعود مرة ثانية الى بعض المشاكل الطبية فى سفر الفضاء عندما نبحث مشكلة ملابس الفضاء واستعمار الكواكب ، غير أنه من المناسب أن نبحث هنا نقطة هامة ستثار ان عاجلا وان آجلا فى التطبيق العملى بالرغم من جميع الاحتياطات وهذه النقطة هى : ما الذى سيحدث لطاقم سفينة الفضاء اذا حدث تسرب خطير فجأة وانخفض الضغط الى الصفر ؟

وهذه المشكلة وتسمى « التفريغ الانفجارى » لها أهمية عملية كبرى فعلا فى الطيران على الارتفاعات العالية ، فقد تحدث اذا انفجرت نافذة أو قبة (وقد حدث ذلك أكثر من مرة) • ويمكن أن يحدث نفس الشىء فى سفينة الفضاء مع ضياع الضغط الجوى تماما فى ثوان • ويحدث هذا اذا ظهر فجأة ثقب مساحته نحو قدم مربع ، فالتسرب العادى قد

يستغرق دقائق عديدة أو ساعات لانقاص الضغط بدرجة خطيرة .

وكثيرا ما قيل أن ملاحى سفينة الفضاء المثقوبة يلاقون حتفهم فى الحال ، وقد تمزق أجسادهم نتيجة لتمدد الغازات الداخلية عند نقص الضغط الخارجى غير أن هذا ليس صحيحا ، فقد أجريت تجارب عديدة على أفراد آدميين أصحاء وقد وجد أن تناقصا فى الضغط مقداره ٧½ رطلا على البوصة المربعة يحدث فى أقل من نصف ثانية يمكن احتماله . وهذا التغير يعادل ضعف ما يحدث اذا فتحت سفينة ذات جو من الأكسجين الخالص فجأة للفراغ . وهذه التجربة ليست مزعجة جدا ويحتفظ الانسان بوعيه كاملا خلالها .

أما اذا استمر نقص الأكسجين فان الوفاة تحدث بسرعة بالطبع ، غير انه يرجح أن يكون هناك وقت لعمل الاحتياطات اللازمة فى حالة الطوارىء قبل أن ينتاب الاغماء أفراد الطاقم فى معظم الأحوال .

الفصل العاشر

القمـــر

ان عبور الفضاء الذى ينفصـــل بين الكواكب ـ وان كان مشكلة فنية تتحدى مهارة الانسان وامكانياته ـ ليس فى حد ذاته الغرض الذى نصبو اليه ، وما هو الا نقطة البداية . ولا معنى للذهاب الى الكواكب ما لم نفعل شيئا ما عند وصولنـــا اليها . وفى الفصول الثلاثة القادمة سنتنـــاول بالبحث بعض الصعوبات العملية التى يجب أن نتغلب عليها قبل أن نستكشف جيراننا فى الفضاء وننشىء عليها القواعد والمستعمرات الدائمة وسنبدأ بالقمر وهذا هو التصرف المنطقى ، وذلك لأنه أقرب الكواكب الينا فى الزمن فضلا عن المسافة .

وقد قضى أكثر من عشرة أجيال من الفلكيين أحقابا طويلة من حياتهم (والفلكيون قوم عرفوا بطول العمر) فى فحص تابعنا القمر منذ اختراع المنظار الفلكى . أما الآن فأغلب هـــذا العمل يقـــوم به الراصدون الهواة ، اذ أن اهتمام الاخصائيين يقع أبعد من ذلك ، بين النجوم والسدم . ومن الحقائق الغريبة

أن الأجهزة الصغيرة التى يستطيع الهواة اقتناءها تفى بهـــذا الغرض ، كما أنها فى كثير من الأغراض تستطيع الأداء بمثل كفاية الأجهزة العاكسة العملاقة التى تفوقها ثمنا بآلاف المرات وذلك لأننا نصل الى حدود قوة التكبير العملية بمنظار متوسط الحجم ـ لأن الاضطرابات والدوامات فى الغلاف الجـــوى هى التى تحد من هذه القوة وكثيرا ما يفوق المنظار الصغير منظارا أكبر منه وان كان المنظار الأكبر أحسن فى تلك الفـــرص النادرة التى تكون فيها الرؤيا كاملة تقريبا • ويستـــطيع أى



شكل ١٧ . خريطة القمر

شخص لديه من النشاط والتصميم الكفاية أن يصنع ببضعة جنيهات منظارا يرى به من تشكيلات سطح القمر ما لا يكفى عمره لتسجيلها جميعا .

وقد كانت معلوماتنا عن القمر حتى هذا القرن وصفية فى الغالب ، بنيت على ملاحظات بالعين - وهى التى تفوق اللوح الفوتوغرافى فى مقدرتها على تسجيل التفاصيل الدقيقة . وقد أعطتنا الخرائط والرسومات الجميلة (كتلك المبينة فى اللوحة السابعة) فكرة جيدة عن تضاريس القمر ، ولكن امكان اكتشاف أى شىء عن الأحوال على سطحه بوساطة القياسات الفعلية كان يبدو ضربا من الخيال ، بيد أن هذا هو ماتستطيع الآلات الحديثة أن تفعله بالضبط . فيمكن تسجيل التغيرات فى درجة الحرارة على سطح القمر بوساطة المزدوج الحرارى الحساس بالاشتراك مع التلسكوبات الكبيرة . كما أن حقلا جديدا للبحث قد افتتح منذ الحرب العالمية بنمو العلم الجديد وهو « لاسلكى الفلك » . وقد أصبح ممكنا الآن أن نقيس موجات الراديو الضعيفة التى تصدر عن القمر - فكل الأجسام الساخنة تصدر موجات لاسلكية على مستوى منخفض من القدرة بحيث لايمكن اكتشافها فى الأحوال العادية . وقد أمكن عن طريق هذه المشاهدات اكتشاف حقائق عن طبيعة سطح القمر ودرجة الحرارة تحت قشرته .

وتبين اللوحة ٦ أ التوزيع العام للفوهات وسلاسل الجبال

معطية بذلك صورة جيدة لجغرافية القمر • ويجب أن نوضح أنه ليس ممكنا رؤية كل هذه التشكيلات فى نفس الوقت بالطريقة المبينة فى الرسم • فعندما يكون القمر بدرا ، لايمكن رؤية جباله اطلاقا ، فلا ظلال هناك لتبرزها وتجسمها ، ويبدو القرص مسطحا لا يثير الانتباه • ومع ذلك فيمكن رؤية كل ما فى اللوحة بأصغر التليسكوبات لو راقبنا القمر أثناء نموه من الهلال الى البدر ، وعندئذ يزحف خط شروق الشمس على وجه القمر بانتظام ، فيمكن رؤية قمم الجبال وهى تخرج من الظلام ملتقطة أشعة الشمس الأولى ، ثم تأخذ الظلال الطويلة السوداء فى القصر حتى تختفى عند الظهر ، وعند ذلك تختفى أكبر الجبال تماما • وفى العصارى القمرية تظهر هذه الظلال ثانية وتبدأ فى الاستطالة بتقدم المساء • وبمراقبة هذه التغيرات اليومية ، يمكن معرفة الشيء الكثير عن شكل وحجم تضاريس سطح القمر •

ويعطينا شكل ١٧ مفتاحا لأهم التشكيلات القمرية ويجب مقارنته باللوحة السادسة أ ، ب • وقد أعطى أكثر من ٦٧٠ تشكيلا أسماء مختلفة (أغلبها لمشاهير الفلاسفة والفلكيين والعلماء) • ولا يمكن هنا اظهارها جميعا ولذا فقد بينا أكثرها شهرة فقط • وقد نشرت خرائط وصور مفصلة للقمر وأكثرها وضوحا (للفلكى البريطاني هـ• ب• ولكنز (Wilkins) يزيد قطرها عن ثمانية أقدام ، وتظهر آلاف التشكيلات •

وفي ظروف الرؤية التامة يمكن مشاهدة أي جسم عرضه بضعة مئات من الأقدام على القمر اذا كان لونه يتعارض مع ما يحيط به بالدرجة الكافية • ويمكن أن تظهر أجسام أصغر من ذلك كثيرا كالتلال المنخفضة بوساطة الظلال الضخمة التى تلقيها عندما تكون الاضاءة ضعيفة •

وتعطى الصورة الفوتوغرافية الجيدة كتلك المبينة فى اللوحة السادسة أصدق فكرة عن سطح القمر الا أنها لا تبين الا جزءا ضئيلا مما يمكن للعين المدربة أن تراه من تفاصيل خلال منظار متوسط الحجم • ولملء فراغ الصورة يجب عمل رسومات كالمبينة فى اللوحة السابعة • ويعتبر انتاج مثل هذه الرسومات اختبارا لحدة نظر الراصد وقدرته الفنية •

ومع أن الجزء الأكبر من سطح القمر المرئي خشن التضاريس جدا ، الا أن هناك مساحات ضخمة مكشوفة (وهى المسماة بالبحار) تبدو مستوية نسبيا ولا نستطيع التأكد من ذلك طبعا الا بعد اجراء مساحة من مسافة قريبة • ومع ذلك فلا ريب أن هناك أماكن كثيرة يمكن الهبوط عليها دون صعوبة • وتشير القياسات اللاسلكية التى سبق ذكرها الى وجود طبقة من الغبار تغطي سطح القمر (وقد يكون مصدرها النيازك) يصل سمكها الى المليمتر تقريبا • وكان بعض الفلكيين قد اقترحوا قبل اجراء هذه القياسات نظريات تقول بوجود محيطات من الغبار يصل عمقها الى مئات الأقدام أو حتى الأميال على سطح القمر

ولا شك أن هذا كان سيشكل خطرا جسيما على مستكشفى القمر ، ولكن الأدلة التى تؤيد هذه الفكرة المقبضة لم تكن قوية فى يوم من الأيام .

وعلى الرغم من أن هناك سلاسل جبلية كثيرة على سطح القمر تشبه التشكيلات الأرضية جدا ـ ولها نفس الحجم تقريبا ـ الا أن الشكل المميز لسطح القمر هو الفوهات العملاقة أو السهول المحاطة بحلقة ويصل قطر بعضها الى ١٥٠ ميلا . وهى تختلف تماما عن الفوهات البركانية المعتادة التى نجدها على الأرض . وقد نتج عن ذلك ظهور مجموعة من النظريات العلمية ، وخلاف شديد استمر مائة عام ولم تبد بوادر انتهائه بعد . وهناك مدرسة من الفلكيين تصر على أن هذه الفوهات نشأت نتيجة لنشاط بركانى ، ويعللون شكلها الغريب بانخفاض الجاذبية وتأثير جاذبية الأرض (المد والجزر) وظواهر أخرى مماثلة ويقول أنصار مذهب آخر قوى انها حدثت نتيجة لاصطدام الشهب بالقمر فى الماضى السحيق . وهناك خوارج كثيرون يتعلقون بمذاهب مختلفة أخرى . حتى ان المرء ليتساءل أحيانا ان كانت المسألة ستحل حتى بعد أن نصل الى القمر .

ومن التشكيلات القمرية الشائعة نوع مشهور « يسمى تجد منه أمثلة عديدة فى اللوحة السابعة . وبعض هذه الشقوق ذات حجم كبير قد يبدو مخيفا للمشاهد على سطح القمر .

ويظهر أنها تكونت نتيجة لزلازل قمرية أو ما أشبه من تحركات صخرية ، وليست بالتأكيد نتيجة للتعرية بفعل الماء كبعض الأخاديد العظيمة على سطح الأرض •

وهناك فكرة شائعة بأن الجبال القمرية أشد انحدارا من الجبال الأرضية نتيجة للجاذبية المنخفضة ، وليس هذا صحيحا فجاذبية القمر وان كانت تبلغ سدس الجاذبية على الأرض الا أن هذا لا يؤثر على شدة ميل المنحدرات فالكومة من الرمال على القمر تشكل مخروطا له نفس الزاوية التي تشكلها على الأرض• على أن التشكيلات القمرية قد تكون أكثر حدة وتدببا لانعدام التعرية الطبيعية • وحتى هذا لا يمكن اقراره كحقيقة مؤكدة فالاختلاف العظيم في درجة الحرارة بين الليل والنهار لابد وأن يكون قد أحدث بعض التعرية •

ولا يزال البحث دائرا عما اذا كان للقمر غلاف جوى أم لا • ولا يشك أحد في أن أي غلاف غازى قد يحيط به لا بد وأن يكون أخف من جو الأرض ، ولكن من الصعب تقرير درجة خفته • وتشير بعض التجارب الى قيمة تبلغ $\frac{١}{١٠٫٠٠٠}$ من جو الأرض ، الا أن أدلة أخرى تشير الى قيمة أقل كثيرا قد لا تزيد عن جزء من المليون • وبما أنه في كلتا الحالتين لا احتمال لوجود الحياة كما نعرفها على القمر فقد يعتقد البعض أن بحث هذا الموضوع ذا أهمية عملية •

ولكن الأمر ليس كذلك لسبب غريب ـ فلو كان للقمر

غلاف جوى فان كثافته تتناقص مع الارتفاع ببطء بالنسبة لما يحدث على الأرض بسبب ضعف جاذبية القمر • فاذا أعدنا رسم شكل ٢ (فى الفصل الثانى) فى حالة القمر فان المسافة بين خطوط الكثافة تزداد ست مرات • ولهذا فكثافة جو القمر برغم كونها لا تزيد عن جزء من عشرة آلاف من كثافة جو الأرض عند السطح الا أن هذا كاف جدا لتزويد القمر بطبقة متأينة (أيونوسفير) تستطيع عكس الاشارات اللاسلكية حول الأفق الكبير الانحناء وفوق ذلك فهى تشكل حاجزا ضد الشهب أحسن مما يشكله جونا •

وقد سمعنا من حين لآخر عن حدوث ضباب قمرى يحدث ظلالا وقتية حول فوهات وشقوق معينة ، ومن الجائز أن يكون هذا نتيجة لحدوث نشاط بركانى ضعيف أحيانا •

وعلى هذا فليس من المأمول القول بأن القمر خال من الهواء تماما أو أن نتأكد من أنه يخلو من الماء اطلاقا • ولا يمكن للماء أن يوجد بحالته السائلة فى مثل هذا الضغط المنخفض ، ولكن الصقيع قد يتكون ليلا كراسب مؤقت • وبعض القمم القمرية تضىء بلمعان خاطف عند سقوط ضوء الصباح المبكر عليها ، فتبدو كالمرايا وليست كالتشكيلات الصخرية حتى ليصعب على المرء استبعاد فكرة تغطيتها بالجليد • ومن المحتمل جدا أن يوجد الجليد فى الكهوف حيث تكون درجة الحرارة ثابتة تحت درجة التجمد بكثير •

وليس للقمر ـ كبريطانيا العظمى ـ مناخ (Climate) بل طقس (Weather) فقط • فان فرق درجات الحـــرارة القصوى بين الليل والنهار كبير جدا لانعدام الهواء تقريبا ، ويزيد من هذا الفرق أن القمر يدور ببطء شديد حـــول محوره حتى أن يومه أطول من يوم الأرض ٢٨ مرة • وترينا قياسات درجة الحرارة بالازدواج الحـــرارى أن الصـــخور المكشوفة التى تواجه الشمس رأسا تزيد حرارتها فى منتصف النهار عن درجة غليان الماء قليلا (٢١٢° فهرنهايت) • وتهبط درجة الحرارة باستمرار كلما اقتربنـــا من غروب الشمس ، فتهبط تحت الصفر والشـــمس ما تزال فـــوق الأفق (وان كانت الصخور الرأسية التى تواجه الشمس تبقى ساخنة جدا حتى لحظة الغروب) • وتهبط الحرارة خلال اللـــيل الطويل حتى تصل الى نحو ٢٥٠° تحت الصفر الفهرنهـــايتى وبذلك يصل المدى اليومى لتغير درجة الحرارة الى ٤٠٠° وللمقارنة نذكر أن أعـــلى وأقل درجة حرارة سجلت على الأرض هى + ١٣٦° ، ٩٤° فهرنهايت •

ويجب أن نشير الى أنه علاوة على ذلك توجد اختـــلافات كبيرة فى درجة الحرارة على القمر بمجرد الانتقال من مكان الى آخر قريب ، كأن تنتقل من نقطة فى ضوء الشمس المباشر الى نقطة فى الظل • ولهذا فالأرقام التى ذكرناها يمكن أن تعتبر دالة على أقصى الدرجات التى تقابلنـــا • ثم انها تختص

بالطبقات السطحية والسطوح الصخرية المكشوفة من القمر وهذا الاختلاف فى درجة الحرارة يقل كثيرا على بعد بضعة بوصات من السطح نتيجة لقدرة الصخور القمرية على عزل الحرارة • وعلى عمق كبير داخل القمر لا يوجد أى أثر لهذه التغيرات ، وتصبح درجة الحرارة ثابتة وقيمتها حوالى ـ ٣٠° فهرنهايت •

وليست لدينا أى معلومات عن تركيب القمر الكيمائى : فكثافته أقل كثيرا من كثافة الأرض ، غير أننا لا نستطيع أن نستنتج شيئا من هذه الحقيقة ومن المعقول أن نفترض أن كل العناصر الموجودة على الأرض ستكون موجودة على القمر كذلك ولكنها فى صورة معدنية مختلفة دون شك •

وقد كان الفلكيون حتى عهد قريب يجيبون بالنفى القاطع على السؤال : هل هناك حياة على القمر ؟ مبينين أن انعدام الهواء والاختلاف الكبير فى درجة الحرارة تجعل هذا الاحتمال مستحيلا • ولا يزال أغلب الفلكيين يحتفظون بهذا الموقف ولكن عددا كبيرا من الراصدين المحنكين يزعمون أنهم لاحظوا تغيرات فى بعض المناطق تشير الى احتمال وجود النبات وليس عسيرا أن نتصور أن الحياة النباتية قد تتكيف حسب الأحوال القمرية ، ولكن هذا الرأى يجب أن يبقى فى الوقت الحاضر من قبيل التكهنات •

ومن الحقائق الغريبة أن القمر لاحتفاظه دائما بنفس الوجه

فى مقابلتنا لا يمكن أن نشاهد وجهه الآخر • ويعنى عدم دوران القمر بالنسبة لنا أن الأرض تبقى ثابتة فى سمائه فلا تشرق أو تغرب • ولوجود اختلال بسيط فى حركة القمر أثناء سيره فى مداره تبدو الأرض وكأنها تدور فى دائرة صغيرة حول مكانها المتوسط • غير أن هذا لا يكاد يكون ملحوظا الا فى الأماكن القريبة من حد المنطقة المرئية من القمر • ويوجد فى هذه المنطقة شريط ضيق تبدو الأرض فيه وكأنها ترتفع وتنخفض على الأفق • وفيما وراء هذا الشريط تقع المنطقة التى لا يظهر فيها كوكبنا على الاطلاق • وتسمى هذه المنطقة بالجانب المظلم ، ولكنها تستقبل نفس الكمية من ضوء الشمس كباقى القمر بالطبع ، كما وانه لا يوجد لدينا أى سبب للاعتقاد بأنها تختلف عنه كثيرا فى أى ناحية •

ومعظم الناس يجدون صعوبة كبيرة فى فهم ما يدعو أى شخص للذهاب الى القمر بعد أن يعلموا ما قد ذكرنا من حاله ، كما أنهم لا يتصورون ما يمكن فعله عند الوصول اليه • وسنبحث فى الفصل القادم مسألة استعمار القمر وأهميته القصوى كمرصد للأرض بصفته تابعا لها وكقاعدة عملية ونقطة للوثوب الى الكواكب •

الفصل الحادى عشر

القاعدة القمرية

لا نستطيع اليوم أن نتكهن بما ستستفيده البشرية من القمر بأكثر مما كان كولومبس يستطيع التنبؤ بمستقبل القارة التى اكتشفها • ومع ذلك فيمكن أن نرى من الآن بعض خطوط التطور التى يحتمل أن نتبعها حالما نصل الى القمر ، كما نستطيع أن نناقش بصورة عامة مشكلة جعله صالحا للحياة •

وقد تبدو بعض المقترحات التى نقدمها فى هذا الفصل خيالية حتى بالنسبة لمن اتسع خيالهم لتصور ما ذكرنا من قبل• ولكننا قد تعلمنا من تاريخ الاختراعات والاكتشافات أنه بعد مدة طويلة وكثيرا ما تكون قصيرة ، تبدو أجرأ التنبؤات مضحكة لتحفظها الشديد • ولن تحدث الأشياء التى سنبحثها هنا بسرعة ، وسيبقى بعضها دون تنفيذ قرونا عديدة ، ولكنها ستتحقق فى النهاية • هذا اذا لم تظهر فى ذلك الوقت حلول أفضل وربما أكثر اغراقا فى الخيال •

وسيكون اهتمام رواد القمر الأوائل موجها فى الأغلب الى الموارد المعدنية لعالمهم الجديد • وسيتوقف مستقبل هذا العالم

الى درجة كبيرة على هذه الموارد • وسيكون أساسيا أن نكتشف الأكسجين والماء والمواد التى يمكن استخلاص الغذاء منها اذا كنا سنقيم مستعمرات ثابتة • وهذه المشاريع طويلة الأمد طبعا ومع ذلك فستشغل بال الانسان كثيرا منذ البداية •

وسيقوم رجال يرتدون ملابس الفضاء بالتنقيب بدقة عن مراكز للهبوط وستكون قواعدهم هى سفن الفضاء نفسها • وكثيرا ما وصفت ملابس الفضاء فى الروايات حتى يخشى أن يأخذها الناس قضية مسلمة • والواقع أنها تقدم مشاكل تتحدى قدرة المصممين الفنية ، وهذه المشاكل لم تحل نهائيا بأى حال من الأحوال • فليست المسألة أن نبنى نموذجا معدلا بعض التعديل من بدلة الغوص ونرجو أن يفى بالغرض المطلوب ، فالمشاكل الفنية تختلف فى الحالين كل الاختلاف •

فنظرا لانعدام الضغط خارج بدلة الفضاء فان هناك قوة كبيرة تحاول أن تجعل البدلة صلبة كالاطار المطاطى المنفوخ ، وبذلك تصلب ساكنها المنكود • ولا توجد هذه الصعوبة فى بدلة الغوص حيث يقع الضغط الكبير من الخارج ، ولكنها جوبهت فعلا فى تصميم ملابس الطيران على الارتفاعات الكبيرة •

ويحتمل أن تكون ملابس الفضاء لهذا السبب بناء جامدا الى حد كبير مزودا بمفاصل عند المرفقين والركبتين تسمح بالحركة الضرورية • وهى تشبه بذلك دروع فرسان العصور

الوسطى ، وقد تكون على نفس القدرة من الراحـــة • ومن حسن الحظ أن الجاذبية الضعيفة تسهل مشـكلة الوزن ولكن يجب أن نذكر أن القصور الذاتى للأجسام لا يتغير • فرفـع مطرقة ثقيلة على القمر يستلزم سدس الجهد اللازم لرفعها على الأرض ولكننا نجد نفس الصعوبة فى تطويحها •

واذا لم يمكن عمليا بناء ملابس للفضاء تأخذ شكل الجسم الى حد ما حتى بهذه الطريقة ، فيمكن حل المشكلة حلا حاسما بجعل الملابس جامدة تماما (وقد تكون مجرد اسطوانة بهـا بعض النوافذ) وتزويدها بأطراف معدنية خارجيـة قد تدار الأرجل فيها بموتورات وفى الواقع لا نستطيع أن نفترض أن الأرجل هى أحسن حل لمشكلة الحركة • فعلى كوكب منخفض الجاذبية قد يكون استخدام عصا تعمل بالزنبرك أكثر فائدة •

ولا توجد صعوبة كبيرة فى تزويد هذه الملابس بالهواء اذ يمكن حمل أكسجين يكفى لمدة تصـــل الى ١٢ ســـاعة فى اسطوانات معقولة الحجم • والمشكلة الأكثر خطـــورة هى مشكلة التحكم فى درجة الحرارة وخاصة على جسم كالقمـر قد تهبط درجة الحرارة فيه ٤٠٠° فى ثوان بمجرد الانتقال مسافة بضعة ياردات ، من ضوء الشمس الى الظـــل • ومن الممكن عزل ملابس الفضاء حـــراريا ، فهى تشبـــه زجاجة ترموس عالية الكفاية ! الا أن هذا ليس أمرا مرغوبا فيــه اذ أن مرتديها سيصاب بضربة حرارية نتيجة للطاقـــة الحرارية

التى ينتجها جسمه • ويبدو أن ملابس الفضاء يجب أن تزود بوحدة صغيرة للتبريد تستخدم أثناء النهار للتغلب على ذلك •

وبما أن القمر ليس له غلاف جوى ـ وبالتأكيد ليس له جو يكفى لانتقال الأصوات ـ فيجب أن يكون المستكشفون على اتصال ببعضهم البعض وبالسفينة بوساطة الراديو وليس فى هذا أى صعوبة بالطبع الا أن المدى سيكون قصيرا والعمل غير منتظم بسبب طبيعة القمر الصخرية وقرب الأفق فهذا يكون على مسافة ميلين فقط بالنسبة لرجل طوله ٦ أقدام • ولذلك فسيكون من أول أعمال الحملة اقامة هوائى طويل بقدر الامكان كما هو مبين فى اللوحة ٤ ويعطى الهوائى الذى يرتفع خمسين قدما مدى يصل الى ستة أميال تقريبا وان كان هذا سيمتد كثيرا لو وجد للقمر أيونوسفير •

ولما كانت سفينة الفضاء لن يكون بها متسع كبير للمعيشة فتجرى محاولة بعد بضع الرحلات الأولى لاقامة نوع من الأبنية أو الأكواخ المزودة بالضغط ويحتمل أن يصنع مثل هذا البناء من القماش المقوى أو البلاستيك بعد نفخه ليشكل غرفة نصف كروية مزودة بقفل هوائى صغير (على طريقة الأهوسة التى تقام على الأنهار لانتقال السفن من الناحية المرتفعة الى الناحية المنخفضة) • ويبدو منظره كأبنية الاسكيمو الثلجية • وربما يفضض سطحه لعزل الحرارة وسيكون نفخه بمثابة وضع حجر الأساس للقاعدة القمرية •

وستوجه جميع الرحلات الى القمر لفترة طويلة الى نفس النقطة حتى يمكن تجميع المواد والمـــؤن حيث تكون أكثر جدوى • فلن تبعثر الموارد والجهود على سطح القمر الـذى يبلغ ١٢ مليونا من الأميال المربعة وهى مساحة تساوى مساحة افريقيا تقريبا • وسيتحدد مكان الهبوط الأول بالطبـــع من المساحات الأولية بالصور التى تجريها الصواريخ الآليـــة أو التى يقودها انسان • ومن المحتمل أن يكون هذا فى بحـر الأمطار (Mare Lmbrium) باللوحة ٦ ب وهــــو أكبر السهول القمرية • وسيكون ذلك المكان بالتأكيد على الوجـه المرئى للقمر حتى تتمكن الحملة من الاتصال بالأرض دائما •

ولن تمضى على أول هبوط الا بضع سنوات حتى يصـــبح من الممكن اقامة معسكر صغير على أساس دائم يمون عن طريق خدمة منتظمة من الأرض • وستبذل مجهودات ضخمة لاقامة مرصد به منظار متوسط الحجم • وقد يستحق هذا الأمر بناء سفينة للفضاء لا غرض لها الا أن تحمل منظارا عاكسا مقياس فتحته عشرون بوصة مثلا الى القمر • وهناك يمكن أن يفوق أى جهاز أرضى فى كثير من مجالات البحث • وانعدام الجو يعنى امكان استخدام هذا المنظار لأقصى حدود التكبير دائما ، وليس فى المرات القليلة التى نستطيع أن نتوقع حدوثها عـلى الأرض كل سنة • وبما أن ليل القمر يطول ١٤ يوما من أيامنا الأرضية فسيكون من الممكن اجراء أنواع من المشـــاهدات لا

يمكن اجراؤها على كوكبنا السريع الدوران • وسيـــتمكن الفلكيون أخيرا من رؤية النجوم على حقيقتها تحت سماء القمر السوداء والخالية من السحب تماما •

وللقمر مزايا عديدة جدا كمرصد حتى ان الأجيال القادمة ستعجب ـ والحق معها ـ كيف اكتشفنا أى شيء عن السموات بينما كنا لا نزال مقيدين الى الأرض • وفى ظـروف الرؤيا التامة على القمر ستحل مشاكل عويصـــة مثل وجود القنوات بالمريخ قبل أن تتمكن أية حملة من الوصول الى ذلك الكوكب بزمن طويل • والواقع أن جميـع فروع علم الفلك ســتجنى فوائد هائلة نتيجة ذلك •

وقد يكون هذا المكان مناسبا لتصحيح خطأ يكاد يكون عاما وهو ان الانسان سيرى النجوم أثناء النهار على القمر • وستكون النجوم موجودة فعلا لانعدام الجو الذى يطغى عليها ويغطيهـا بأشعة الشمس المبعثرة ولكن العين لن تراها لأن وهج الأرض المضاءة بشدة سيجعلها قليلة الحساسية • ولـــكى نتمكن من رؤيتها يجب أن نقف فى الظل ونحمى العـــين تماما من أى مصدر للضوء ثم ننتظر بضع دقائق • وستظهر النجوم عندئذ أولا بالعشرات ثم بالآلاف ـ ولكنها تختفى ثانية حالما ندخل فى ضوء الشمس •

وعندما يحين الوقت لبناء تلسكوبات كبيرة حقا ســـتكون المسائل الهندسية المتعلقة ببنائها على القمر أبسط بكثير منها على

الأرض ، لأن الجاذبية المنخفضة تعني امكان استخدام بنــاء أخف كثيرا ، وان كنا هنا ننظر بعيدا الى الأمام • الى الوقت الذى توجد فيه المستعمرة القمــرية وليس مجرد القاعــدة القمرية •

وعلم الفلك ليس الا واحدا فقط من العلوم الكثيرة التى ستتلقى دفعة هائلة بعد الوصول الى القمر • وعندما نصل الى موضوع محطات الفضاء أو القواعد المدارية سنبحث بتفصيــل أكبر بعض نواحى التقدم فى العلوم الطبيعيــة والأرصــاد واللاسلكى والطب التى ستصبح ممكنة فى وجــود ظروف كانخفاض الجاذبية وعدم وجود الهواء وتنطبق جميــع هــذه النواحى مع بعض التعديلات الصغرى فى حالة القمر •

وقد سبق أن ذكرنا البحث عن الأكســجين والماء وكل الأسباب تؤيد نجاح هذا البحث • فبينما لا يمكن أن نتوقــع اكتشاف كمية محسوسة من الأكسجين فى حالته الحرة الا اننا يجب أن نتذكر أن هذا العنصر يشكل أكثر من نصف قشرتنا الأرضية بالوزن ومهما كانت المواد التى يتــكون منها القمر فيغلب أن تحتوى على كمية كبيرة منه • ولهذا فمن جهة المبدأ يمكن استخراجه لو توفر مصدر كاف للقدرة •

وبالمثل فالماء من المكونات الشائعة لكثير من المــواد ويمكن استخلاصه بسهولة بمجرد التسخين • وسيــكون من الممكن الحصول على كمية كبيرة من الحرارة أثناء النهار على القمــر

بتركيز أشعة الشمس بوساطة مجموعة بسيطة من المرايا المقعرة ، ولو أن مشكلة تداول الكمية الضخمة من الصخور الداخلة في هذه العملية لن تكون مشكلة هينة .

ويهون الأمر كثيرا لو أمكن العثور على الماء فى حالته الحرة متجمدا ، وقد أشرنا الى أن ذلك كثير الاحتمال فى الكهوف أو على السطح كرواسب مؤقتة . ويمكن عندئذ لو توافرت الطاقة الكهربائية أن نحلله كهربائيا لتوليد الأكسجين . وبذلك تكون المشكلتان الرئيسيتان للحياة على القمر قد حلتا . ونستطيع أن نطمئن الى أنه عندما يحل الوقت الذى تكون فيه الحملات القمرية ممكنة سنستطيع توليد الطاقة الكهربائية على نطاق واسع من المصادر الذرية . وتعطينا وحدة القوى الخاصة بالصاروخ الذرى طاقة كافية لادارة التربينات والمولدات .

وهناك كثير من الحجج تؤيد نقل القاعدة القمرية تحت الأرض فى أقرب فرصة ممكنة ، هذا اذا اتضح أنه من الممكن حفر صخور القمر دون كبير مشقة فمن السهل تكييف الهواء ودرجة الحرارة فى سكن تحت الأرض ، كما أن بناءه لن يستلزم نقل المواد من الأرض . ومن الممكن أن نعثر على كهوف أو شقق مناسبة يمكن تعديلها الى منازل الا أن الحدس والتخمين لا يجديان شيئا فى هذا الموضوع فى الوقت الحاضر .

وسيكون البحث بعد الهواء والماء ـ وربما قبلهما عن مواد يمكن منها استخلاص الوقود للصواريخ . وقد يكون حل

هذه المشكلة هو الماء مرة ثانية • فهو كما أشرنا فى الفصل السابع من مادة دافعة محتملة (وان لم تكن أفضل المواد) للصواريخ الذرية • فاذا حلل كهربائيا ليولد الأيدروجين والأكسجين ، أمكن أن يدير الصواريخ الكيمائية التقليدية • وحالما يصبح التزود بالوقود على القمر ممكنا فان الموقف يتغير كليا وتتحسن اقتصاديات السفر فى الفضاء عشرة أضعاف أو أكثر وقد يكون حدوث ذلك شرطا ضروريا قبل أن نستطيع التفكير فى الحملات الى الكواكب (بمقارنتها بمجرد الاستكشافات المدارية)

وهذا الأمر من الأهمية بحيث يجدر بنا أن نسوق بعض الأرقام الفعلية • فالسفينة التى تترك الأرض يجب أن تحصل على سرعة ٢٦٫٠٠٠ ميل/الساعة لتتمكن من الطيران الحر الى الزهرة على أكثر الطرق اقتصادا • أما اذا قامت من القمر فسرعة البداية لنفس الرحلة لا تزيد عن ٧٠٠٠ ميل/الساعة وذلك لصغر جاذبية تابعنا • فاذا حدث أن استطعنا الحصول على مقادير كبيرة من الوقود على القمر فانه يصبح مفتاح المجموعة الشمسية كلها • وعندئذ تزود سفن الفضاء التى تقوم بأى رحلة بين الكواكب بالوقود فى القمر عند الذهاب وبعد العودة • ولن تهبط هذه السفن على القمر فى الغالب ولكنها ستدور فى مدارات حول القمر بينما تأتى لها بالوقود من السطح صواريخ خاصة قصيرة المدى •

وعندئذ يكون من الأسلم اقتصاديا أن تزود سفن الفضاء التى تخرج من الأرض بعد وصولها للسرعة المدارية حول الأرض ودورانها خارج الغلاف الجوى بالوقود من القمر • فان نقل وقود الصاروخ مسافة ربع مليون ميل من القمر سيكون أقل كلفة من رفعه بضعة مئات من الأميال على الأرض!

وهناك احتمال آخر جدير بالذكر • فان فكرة مدفع القضاء التي استبعدت بالنسبة للأرض تعود للظهور هنالعدم وجود جو للقمر • كما أن سرعة الافلات المنخفضة نسبيا (٥ر٢٠٠ ميل / الساعة بالمقارنة بـ ٢٥ر٠٠٠ ميل / الساعة بالنسبة للأرض) تجعل هذا المشروع أكثر جاذبية • ولن يكون هذا الجهاز عبارة عن مدفع بالمعنى المألوف لهذه الكلمة ولكنه طريق للاطلاق أفقى أو مائل الى أعلى قليلا قد يدار بالكهرباء •

فاذا أردنا اطلاق أى شيء بعيدا عن القمر يكون اجراء ذلك بوساطة منشأة أرضية ثابتة (لاحدود لوزنها) أكثر اقتصادا من أى جهاز صاروخى • ولن يكون استخدام هذا القاذف لسفن الفضاء التى بها ركاب عمليا ، فالتسارع محدود فى تلك الحالة يعنى أن طوله يجب أن يكون نحو مائة ميل • أما خزانات الوقود ، فيمكن اذا أحسن تصميمها أن تتحمل تسارعا قد يبلغ مائة جاذبية ، ويمكن أن تقذف الى الفضاء بوساطة قاذف يبلغ طوله ميلين فقط • وعندئذ نستطيع ملاقاتها وهى على أبعد نقطة لها عن القمر عندما تكون سائرة ببطء بالنسبة

لسفن الفضاء التي تدور حول القمر في مدار على نفس المسافة (وهذا التلاقي يشكل بعض المسائل المسلية ويمكن أن يحل بطرق عديدة ولكننا سنتركها كتمرين للقارىء) • واذا قذفت هذه الخزانات كما قد يحدث بسرعة أقل من سرعة الافلات فان الخزانات الفارغة ستصطدم بالقمر ثانية بعد بضعة ساعات • ومن السهل حساب نقطة الاصطدام فلن يعد هذا عبئا خطيرا • وعلى العموم فهناك متسع على القمر لهبوط الخزانات الفارغة دون زيادة ملحوظة في عدد الفوهات الموجودة !

وتموين المستعمرة بالطعام مشكلة معقدة ولا يمكننا هنا الا أن نشير اليها اشارة سطحية • وهناك طريقان واضحان لحل هذه المشكلة : التركيب الكيميائي الخالص أو المزارع المائية • وكلا الطريقتين علمية أو على الأصح ستكون كذلك عندما تظهر الحاجة اليها •

وليس مستحيلا تماما ـ على فرض العثور على التربة المناسبة المناسبة أو صناعتها ـ تطوير النباتات بحيث تنمو وتزدهر دون وقاية على سطح القمر • وقد تستخدم في ذلك النباتات القمرية اذا كانت توجد حقيقة •

وحتى نعرف الاجابة على أسئلة من هذا النوع لن نستطيع القول ان كان سكان القمر في المستقبل سيكونون بضعة علماء ، أو ملايين من الناس يعيشون حياة مريحة وعادية جدا بالنسبة لهم في مدن ضخمة مغلقة تماما • والاحتمال كبير في أن

تكون أعظم المنجزات الفنية فى القرون القليلة القادمة فى مجال ما يمكن أن نسميه « هندسة الكواكب » أى اعادة تشكيل العوالم الأخرى لتلائم مطالب الانسان • واذا كان لدينا من القوة والعلم الكفاية (ولا بأس بشىء من الحكمة أيضا) فلا شىء مستحيل ما دام لا يتخطى قوانين الطبيعة • وسنعود الى هذا الموضوع عند بحث الكواكب الأخرى ، الا انه من الواضح الآن أن غزو القمر سيكون المقدمة الضرورية للمشاريع البعيدة والأكثر طموحا • وستتعلم المهارة والفنون التى قد تأتى بالحياة فى يوم من الأيام لعوالم متباعدة كعطارد وبلوتو فوق تابعنا والأرض قريبة منا لتمد لنا يد العون •

وقد حاولنا فى اللوحة الأولى تصوير القاعدة القمرية بعد انقضاء عدة عقود على تأسيسها • وفى الوسط نرى المبانى الرئيسية للقاعدة وهى المنطقة السكنية وفوقها المرصد • وعلى بعد بضعة أميال الى اليسار يوجد ميناء الفضاء مع ما يتصل به من خدمات وخزانات الوقود وما الى ذلك • وفى مقدمة الصورة الى اليسار جهاز اطلاق كهرومغناطيسى فى دور الانشاء •

والجسم الذى يرى عن بعد فى وسط الصورة ويشبه مدفأة كهربائية كبيرة هو محطة للطاقة الشمسية تجمع أشعة الشمس وتركزها على أنابيب تحمل محتوياتها الساخنة الى التربينات • وقد ركب الجهاز على محور بحيث يتبع حركة

الشمس طوال النهار • ومحطة القوة هذه قدتكون فكرة جذابة جدا على القمر حيث تستمر أشعة الشمس دون انقطاع طيلة ١٤ يوما أرضيا (وقد ظل الروس يطورون محركات مشابهة لاستعمالها في القطب الشمالى لبضع سنين وذلك لعدم وجـود أى مصدر آخر للطاقة هناك ولأن الشمس تستمر فى الصيف بضعة أسابيع) ويمكن الاحتفاظ بمثل هذه الوحدة كاحتياطى حتى بعد أن تصبح الطاقة الذرية أرخص وأسهل فى الاستعمال عن الطاقة الشمسية •

أما الأنابيب الخضراء التى تحيط بالقاعدة فهذه هى البيوت الزجاجية المزودة بالضغط للمزارع المائية وهذا النـوع من الزراعة الذى يعرف أحيانا بالزراعة دون تربة يبدو مناسبا للأحوال فى القمر حيث الأماكن المغلقة المحدودة • وتسند النباتات على شباك فوق أحواض تجرى فيها السوائل الغذائية للنبات • وفى توفر ضوء الشمس يمكن تنمية محاصيل كبيرة بسرعة •

ولما كانت الطائرات المعتادة لا تستطيع أن تعمل على القمر عديم الهـواء ، فان المواصلات الطويلة المدى ستكون مشـكلة كبيرة • فالصواريخ ليست اقتصادية حتما للمسافات البسيطة • ويبدو محتملا أن تستخدم السكك الحـديدية بكثـرة • وستستخدم العربات المكيفة الضغط ذات الاطارات المتنفخـة الكبيرة لنفس الأغراض التى تقوم بها على الأرض تقريبـا

وستكون محركاتها كهربائية تعمل بوساطة المراكم أو تربينية تعمل بوقود الصواريخ • اما مباشرة كما فى المحرك التربينى الغازى واما عن طريق وسيط •

والقاعدة القمرية التى بيناها هنا تبدو هائلة ان لم نقل خيالية غير أننا يجب أن نذكر أن قرنا كاملا قد يقع بينها وبين المنظر فى اللوحة الرابعة وهذا زمن يكفى بمساعدة الطاقة الذرية لتغيير وجه أى عالم •

الفصل الثانى عشر

الكواكب الداخلية

سنتم فى هذا الفصل دراسة المجموعة الشمسية التى بدأناها فى الفصل الثانى مركزين اهتمامنا هذه المرة على الأحـــوال الطبيعية للكواكب وليس على أحجامها وأبعادها ـ ومع ذلك فيحسن أن نعيد النظر الى الشكل ١ لتذكر هذه الأحوال •

تنقسم الكواكب لأسباب نجهلها الى طبقتين تماما • الكواكب الصلبة الصغيرة نسبيا كالأرض وعطارد والمريخ والزهـــرة وبلوتو ، وتتراوح أحجامها من قطر ٨٠٠٠٠ ميـــل فما دون ذلك ، ولها جميعها كثافة تزيد عن كثافة الماء عدة أضعاف • ويمكن أن نسميها بالكواكب من النوع الأرضى ، ومن المحتمل أنها تحتوى على نفس المواد الموجودة على الأرض تقريبا (وان كان يحسن ألا نجمل بلوتو فى هذا الجمع لأننا لا نعرف عنه شيئا تقريبا الا قطره)

ومن جهة أخرى فهناك الكواكب الجبارة ـ المشترى وزحل وأورانوس ونبتون ويبلغ قطر أصغرها أربعة أضعاف قطـــر الأرض ، ولكن كثافاتها منخفضة جدا (فهي فى حالة زحل

أقل من كثافة الماء) • ولهذا فنحن مضطرون أن نستنتج أن هذه الكواكب الأربعة الجبارة غازية أو سائلة جزئيـا وقـد تحتوى على نواة صلبة على عمق كبير تحت غلاف جوى بالغ الكثافة • وتؤيد المشاهدات التلسكوبية هذه النظرية اذ تظهـر على المشترى وزحل تغيرات ـ كالاضطرابات الواسعة المدى ـ يستبعد حدوثها لو كانا جسمين صلبين •

وبالاضافة الى الكواكب تحتوى المجموعة الشمسية عـلى آلاف الكويكبات التى تتراوح أقطارها من ٤٨٠ ميلا حتى ماقد يزيد عن بضع ياردات • وهى تحتل نطاقا عريضا بين المريخ والمشترى وان كان بعضها يصل فى تجواله الى الخـارج حتى زحـل • ويصـل البعض الآخـر الى الداخـل حتى عطارد قريبا من الشمس وكثيرا ما تكون مداراتها لا مركزية ومستواها مائلا على مستوى مدار الأرض بدرجـة كبيرة • وتشترك معها فى هذه الصفة الأخيرة طائفة أخرى من الأجسام الجوالة حول الشمس وهى المذنبات ، تلك الكتل الضخمة من الغازات المنخفضة الكثافة الى حد بعيد ، والتى طالمـا أثارت الرعب فى قلوب بنى الانسان بظهورها فى السـماء ويقترن الكثير منها بطريقة ما بأسراب النيازك التى تكتسح الفضاء فلا نراها حتى تدخل جو الأرض •

ولننظر أولا الى الكواكب بالترتيب الذى سنزورها به عـلى قدر استطاعتنا على التنبؤ بهذا الترتيب • وكما سبق أن رأينا

فلا فرق يذكر بين المريخ والزهرة في هذا الصدد . فالوصول الى الزهرة أسرع ، الا أنه يستهلك طاقة أكبر قليلا ، على الأقل اذا كنا سنهبط على سطحها .

ومشكلة الزهرة التي تسمى أحيانا شقيقة الأرض مشكلة مثيرة للأعصاب فهي تقترب من الأرض حتى تصبح المسافة بينهما ٢٥ مليون ميل ، ولهذا فقد يظن أننا نعرف عنها الشيء الكثير . الا أننا في الواقع نجهل عنها كل شيء تقريبا حتى فترة دورانها حول نفسها وهي الحقيقة الأساسية التي نعرفها عن الكواكب الأخرى جميعا فيما عدا بلوتو الصغير البعيد .

والتشابه بين الزهرة والأرض يبدأ وينتهي بالحجم . فحجم الزهرة أقل من حجم الأرض بنحو ٤٪ فقط وجاذبيتها تقل عن جاذبية الأرض بنسبة ١٠٪ وهو نقص لن نحس به في الغالب وكون الزهرة أقرب الى الشمس كثيرا يعني أن متوسط درجة حرارتها أعلى كثيرا من المتوسط الأرضي ، الا أن المناطق القطبية ونطاقا عريضا في خطوط العرض العليا تكون محتملة بالنسبة لنا ـ هذا لو كانت العوامل الأخرى متساوية .

ولكنها ليست كذلك ، فالزهرة تظهر في المنظار هلالا فضيا لامعا لا تبدو عليه في أحسن الأحوال الا علامات باهتة سريعة الاختفاء . بل والمعتاد ألا تظهر عليه أي علامات على الاطلاق . فلا أثر هناك للجبال والوديان التي تجعل القمر يجتذب انتباه الكثيرين . كما لا تظهر هناك الطواقي القطبية

أو الصحارى التى نراها على المريخ • فوجه الزهرة يخـــلو تماما من الملامح ـ أو ان اردنا الدقة فهو يختفى عنا دائمـــا وراء السحب • وهذه السحب هى التى تجعلها أكثر الأجرام السماوية لمعانا ـ فهى تلمع لدرجة أنه من السهل رؤيتها فى النهار لو علمنا أين ننظر بالضبط • هذه السحب تحجب عن الزهرة روعة النجوم كما تحجب عنها ضوء الشمس الكامل • ومن المحتمل أن ضوء الشمس المباشر لا يصل الى ســـطح الكوكب أبدا بحيث تكون الاضاءة عليه لا تزيد عن ضـــوء الشفق عندما يرى من تحت سطح المـــاء حتى لو كان الوقت ظهرا •

ومن غوامض هذا الكوكب ـ وهو الغامض بما فيه الكفاية ـ أن سحبه لا تتكون من الماء فى الظاهر • فلم يكتشف المطياف أى أثر للماء أو الأكسجين ، أما الغاز الوحيد الذى اكتشف على الزهرة فهو ثانى أكسيد الكربون وتوجد من هذا الأخـير كميات هائلة • ويحتمل أن تكون الكمية الموجودة منه فوق سحب الزهرة ألف مرة قدر ما يوجد منه فى جونا كله •

أما ما يقع تحت هذه السحب فلا نملك حياله الا الحدس والتخمين • ولما كان ثانى أكسيد الكربون من أثقل الغازات الشائعة فليس هناك أمل فى وجود الأكسجين عـــلى ارتفاعات منخفضة فهو يطفو الى السطح لو وجد لأنه أخف من ثانى أكسيد الكربون •

وقد اقترح البعض أن هذه السحب تتكون فى الحقيقة من الغبار الذى تثيره باستمرار الزوابع والأعاصير التى تعصف بين جانبى الكوكب البارد والحار • وهناك اعتراض على هـــذه الفكرة المعقولة ـ وان لم تكن سارة • وهو أنها لو صحت لما كانت تلك السحب بذلك البياض الناصع ، فستكون دون شك بنية أو رمادية غبراء •

وتثبت قياسات الحرارة التى يشعها الجانب المظلم من الكوكب (جانب الليل) ، أن الزهرة تدور ببطء حـــول محورها • فهذا الجانب على درجة أعلى كثيرا مما لو كان الكوكب يحتفظ بوجه واحد فى مقابله الشمس دائما • ومن الناحية الأخـرى فلا ريب أن فترة دورانها أكبر كثيرا من يوم الأرض لأنها لو كانت تدور بسرعة لكان المطياف كفيلا بالـــكشف عن ذلك ولهذا يقدر يوم الزهرة بعشرة أمثال يومنا على الأقـــل بل ويرجح أن يكون قدره عشرين مرة •

ومن الحقائق السابقة نرى أنه لا أساس للفكرة الشائعة بأن الزهرة عالم من المحيطات والمستنقعات يعلوها البخار متـــل كوكبنا منذ آلاف الملايين من السنين وقد تسكنه أشكال بدائية من الحياة • فوجود المحيطات بعيد الاحتمال ، فقد كنا نستطيع اكتشاف بخار الماء الناتج فى تلك الحالة • وكذلك لا يحتمل وجود نباتات من النوع الأرضى على الأقل ، لأن النبـــاتات النامية تطلق الأكسجين الذى لم يكتشف له أى أثر • وقـد

تكون الزهرة كوكبا فى فترة بدائية من طريق التطور حتى ان الحياة لم تجد الفرصة للظهور عليها بعد • وان كان هذا يبدو مخالفا لما نتوقعه نظريا • فالكواكب جميعا يبـــدو أنها تكونت فى نفس الوقت تقريبا ، ولما كانت الزهرة أصـغر من الأرض قليلا فقد نتوقع أن تسبقنا فى طريق التطور ولا تتأخر عنا•وفى هذه الحالة يصبح الأقرب الى المعقول أن تتصور وجود أشكال من الحياة أكثر تقدما مما نجد على الأرض وان كانت من نـــوع غريب عنا تماما ، لا ان ننتظر وجـــود حيوانات تشبه ماضينا البدائى •

ولو وجدت على الزهرة كائنات ذكية (وقلة معلوماتنا فى هذا الموضوع تجعل أى محاولة للتكهن بتفصيل ذلك عـديمة القيمة) ـ فلا ريب أن تاريخ تطورها العلمى يختلف تماما عن تاريخ تطورنا • فقد بدأت العلوم على الأرض بالفلك ، وتعلم الانسان بعد أن راقب السموات أن القانون والنظام يسـودان فى جزء من الطبيعة على الأقل ثم تدرج من ذلك ليجـــد أن هذا القانون وذلك النظام يتحكمان فى مظاهر الطبيعة جميعا ، فاذا كانت سحب الزهرة سميكة ومستديمة بحيث لا يستطيع السكان أن ينظروا الى الفضاء ، فلا ريب أنهم قد تقدموا فى العلوم الأخرى قبل أن يصلوا الى علم الفلك • ولن يبدأ أهل الزهرة دراسة النجوم قبل أن ينتجوا طائرات تحملهم فـوق السحاب ، أو أجهزة لاسلكية تستطيع أن تلتقط الموجات التى

تأتى من المجرة والتى لم نكتشفها نحن الا فى عهد حديث •
ولو لم يكن لدى أهل الزهرة المزعومين الا اللاسلكى كوسيلة
للدراسات الفلكية ، فلا شك أن فكرتهم عن الكون ستكون
غريبة ، فسيعرفون الكثير عن تكوين المجرة ومع ذلك فقد لا
يستطيعون التكهن بحقيقة طبيعتها كما سيعرفون الكثير عن
شكل وحجم وحتى بعد الشمس المختفية • ولكنهم لن يعلموا
شيئا عن وجود الكواكب الأخرى التى لا تصدر عنها موجات
لاسلكية أو قل لم تصدر عنها موجات لاسلكية حتى وقت قريب
ان شئت الدقة •• ففى السنين الألى بعد سنة ١٩٤٠ ، كان
أهل الزهرة يستطيعون لو كانت لديهم أجهزة استقبال تعمل
على الموجات السنتيمترية أن يلتقطوا اشارات أول أجهزة
رادار عالية القدرة تعمل على الموجات القصيرة جدا لو مرت
أشعتها فى الاتجاه الصحيح • ونستطيع أن نتخيل دهشة
علماء الزهرة واهتمامهم عند اكتشاف ذلك المصدر الغريب
للاشعاع القريب منهم جدا ويستطيعون اكتشاف قرب مصدرها
بعد مشاهدات عدة أيام لأنه ينتقل بسرعة بالنسبة لاشعاع المجرة
الثابت وبعد بضعة شهور يستطيعون أن يعلموا أن هذا المصدر
يدور حول الشمس على مدار يشبه مدار كوكبهم وان كان ذا
قطر أكبر • وقد تكون هذه أول لمحة يدركون معها أن كوكبهم
ليس هو الوحيد فى الفضاء •

وقد يكون الوصول الى الزهرة من المشاكل البالغة الصعوبة بالنسبة لملاحى الفضاء الأوائل • وقد تمر سنين عديدة قبل اجراء أي محاولة للهبوط خلال سحبها • وسيكون هناك قبل ذلك خرائط رادارية تفصيلية لسطح الكوكب تبين التفاصيل الدقيقة للشواطىء ان وجدت وللتضاريس الأخرى كالأنهار والبحيرات • وحتى لو كانت الزهرة صحراء تعصف فوقها الرياح ولا تحتوى أى علامات أرضية ظاهرة فمن الممكن الحصول على خرائط كونتورية دقيقة للارتفاع بوساطة الرادار •

وليس للزهرة توابع • وهذا نقص لايشاركها فيه الا عطارد وربما بلوتو • ومع ذلك فلو وجدت البحار على الكواكب فلن تخلو من المد والجزر فالشمس فى هذه الحالة تثير فيها المد والجزر أكثر مما يثير القمر فى الأرض • وبما أن اتجاه المحور القطبى للزهرة ليس معروفا فلا نستطيع أن نقرر ان كان للكوكب فصول كفصولنا • وستكون هذه الفصول ان وجدت أقصر من فصولنا كثيرا فطول سنة الزهرة ٢٢٥ يوما فقط •

ولعله من المريح لأعصابنا المكدودة أن نترك هذا الكوكب المزعج ونذهب لنجرب حظنا فى مكان آخر • ولا تقابلنا فى حالة المريخ سحب لا نستطيع اختراقها فنحن نستطيع رؤية وجه الكوكب الحقيقى ويمكننا أن نضع خرائط لملامحه الرئيسية •• زيادة على ذلك فان المريخ يدير وجهه المضىء نحونا تماما

عندما يكون على أقرب بعد منا بعكس الزهرة التى تمر بيننا وبين الشمس فى مثل هذه الحالات فلا نراها اطلاقا .

وبالرغم من هذه المميزات فان معلوماتنا عن الكوكب تتخللها فجوات كبيرة كما أن هناك تفسيرات متناقضة للحقائق المعترف بها . والراصد للمريخ ، لبعده العظيم حين يستخدم منظارا كبيرا فى ظروف رؤية حسنة يكون مثل شخص ينظر الى القمر بعينه المجردة أو بمنظار أوبرا ضعيف على أحسن تقدير وبرغم اننا نمتلك مناظير تستطيع أن تقرب المريخ الى عشر بعد القمر الا أن استخدام مثل هذا التكبير ليس عمليا لأن جونا ليس مستقرا بما فيه الكفاية . فزيادة قوة المنظار تبدأ بعد قليل فى عدم اظهار تفاصيل أدق بل وعلى العكس تبدأ فى اظهار تفاصيل أقل . ويشبه ذلك أننا حين ننظر الى صورة فى جريدة خلال عدسة مكبرة فان زيادة قوة التكبير لا تظهر الا خشونة النقط التى تتكون منها الصورة . ومما يزيد الأمور سوءا أن مدار المريخ لا مركزى بدرجة كبيرة بحيث لا يقترب منا بشكل واضح الا فى فترات نادرة . ويكون أحسن اقتراب له مرة كل ١٥ عاما (والمرة القادمة ستكون سنة ١٩٦٥)

ولنبحث أولا الحقائق المسلم بها عن جارنا الصغير . فحجمه أكبر قليلا من نصف حجم الأرض (اذ يبلغ قطره ٤٢٠٠ ميل) وبذلك فمساحة سطحه ربع مساحة سطح الأرض . وبما أن ثلاثة أرباع سطح الأرض تغطيه المياه ، ولعدم وجود

محيطات على المريخ ، فمساحة سطحه تساوى مساحة اليابسة على الأرض تقريبا •

ويوم المريخ يساوى يومنا الأرضى تقريبا فهو يزيد عنـــه بنصف ساعة فقط كما أن ميل محور الكوكب مثل ميل محور الأرض تقريبا • ولهذا فللمريخ نصول كفصولنا ولكنها فى ضعف طولها تقريبا لأن سنة المريخ تمتد ٦٨٧ يوما • ولهـذه الفصول المتغيرة كما سنرى آثار هامة نستطيع مشاهدتها بالرغم من ملايين الأميال من الفضاء التى تفصل بيننا وبينه •

وتظهر على المريخ فى التليسكوب ثلاثة أنواع رئيسية من العلامات السطحية ، وأكثر هذه العلامات بروزا هى الطواقى القطبية اللامعة التى تمتد وتضـــمحل فى نصفى الكرة عـلى التوالى ، فتختفى تقريبا فى الصيف ، وتهبط الى منتصف المسافة بين القطب وخط الاستواء فى الشتاء • وهناك البقع الحمراء أو البرتقالية التى تغطى نصف الكوكب • ولا تلمع هذه كالطواقى القطبية ولكنها فى مثل بروزها ووضوحها • وأخيرا توجـد المناطق القاتمة غـير المنتظمة التى تكون نطاقا حـــول المريخ بموازاة خط الاستواء تقريبا (انظر اللوحة الثامنة •

وهذه هى العلامات الثابتة وبالاضافة الى ذلك فيمكن مشاهدة سحب فى بعض الأوقات وأحيانا يرى الضباب ممـــا يثبت أن للمريخ جوا يمتد مسافة كبيرة •

والطريقة التى تتغير بها الطواقى القطبية تجعلنا نعتقد أنهـا

تتكون من الجليد ، وهذا هو التعليل الذى يقبله الجميـــع فى الوقت الحاضر غير أن هذه الطواقى يجب أن تكون أقل سمكا بكثير عن القشرة الدائمة البالغة السمك التى تقع على قطبينا • ويتضح هذا نظرا لأن حرارة الصيف الضعيفة فى المريخ تكفى لأن تجعلها تتقلص الى درجة كبيرة حتى ان الطاقية الجنوبيـة تختفى تماما فى بعض الحالات • ولذلك فلا يمـكن أن يزيد سمكها عن بضع بوصات أو ما يساوى هبوط القليل من الثلج لدينا •

ولا تظهر على المناطق البرتقالية التى تضفى على الـــكوكب لونه المميز أى تغيرات موسمية • ويظن معظم العلماء أنهــا صحارى • ويجب ألا تستحضر هذه الكلمة أمام أعيننا صورة لأراض جرداء تعلوها الرمال • فصـــحراء المريخ تضم من الألوان الزاهية الكثير • وكثيرا ما أطلقت عليها أوصاف مثل : فى لون الطوب الأحمر ، وبرتقالية مائلة للصفرة وقد تشبـه صحارى أريزونا ذات المناظر الغريبــــة • ويظن البعض أن هذا اللون الأحمر المميز ناتج عن وجود أكاســـيد معدنيـــة وبالذات أكسيد الحديد فلو صح هذا فهو يعنى أن المريخ عالم قد علاه الصدأ •

ومن المحتمل أن تكون صحارى المريخ منبسطة الى حـــد كبير • فلو وجدت بها أى جبال مرتفعة لتمكنا من اكتشافها بما تحدثه من تعرج فى الخط الفاصل بين الليل والنهـــار •

ومع ذلك فليس هناك ما يمنع وجود تلال أو هضاب ترتفع لمسافة ميل أو ميلين • وهناك فعلا من الأدلة ما يشير الى وجود جبال قرب القطب الجنوبى ، اذ أن الطاقية القطبية تنشق أحيانا الى قسمين أثناء تقلصها تاركة بقمة بيضاء معزولة تقع دائما فى نفس المكان وهو ما نتوقعه لو كانت هناك منطقة مرتفعة من الأرض فى ذلك المكان •

ومما لا شك فيه أن أكثر مناطق المريخ اثارة للاهتمام هى المناطق القاتمة التى تبدو عليها تغيرات موسمية ترتبط بذوبان الطواقى القطبية • وقد ظن الراصدون الأوائل أن هذهالمناطق بحار وهو الفرض الطبيعى ، فما كان منهم الا أن أطلقوا عليها اسم « البحار » (Maria) وبذلك تكرر تاريخ التسمية القمرية •• وبالرغم من أننا نعلم الآن أن المريخ يخلو من البحار كالقمر الا أن الأسماء بقيت على حالها (ومن أكثر هذه الأسماء خيالا : بحر الظلمات (Mare cimmerium) والبحر الثعبانى (Mare Serpentis) وبحر الحيتان (Mare Sirenium)

ومع ذوبان الطواقى القطبية فى الربيع وفى أوائل الصيف ، يبدأ نطاق الظلام فى الانتشار ببطء نحو خط الاستواء ، عبر « البحار » ومن الواضح أن هذا التغير يحدث نتيجة لاطلاق الماء من القطبين حتى لنكاد نجزم بوجود النباتات • (ومن المعقول طبعا أن يكون هذا التغير نتيجة لتفاعلات كيميائية بين رواسب معدنية من نوع ما ، الا أنه لا معنى لتقديم هذا التحليل

المعقد بدلا من التعليل الأوضح والأبسط) . والتغييرات التى تحدث فى الألوان تشبه ما قد نراه لو نظرنا الى أرضنا من الفضاء الى حد كبير . فالبحار تكون طوال الجزء الأكبر من السنة فى المريخ زرقاء مخضرة أو زرقاء . ولكنها تصبح فى أواخر الشتاء وأوائل الربيع بنية بلون الشيكولاتة .

ولكن قبل أن نتسرع فى الحكم بالنسبة لوجود الحياة فى المريخ يجب أن نبحث ما لدينا من المعلومات عن جــوه . فالحقائق التى يكشفها المطياف مخيبة للآمال : فلا أثر هنــاك للأكسوجين ، ولدينا من التجارب ما نستطيع معه اكتشــاف هذا الغاز حتى لو كانت نسبته جزءا من ألف من نسبة وجوده فى جونا . وقد اكتشف ثانى أكسيد الكربون فعلا ونسـبة وجوده ضعف نسبته على الأرض تقريبا . ولم يكتشف بخار الماء فى الجو ولكن خطوطا فى الطيف عند منطقة الأشعة دون الحمراء ناتجة عن الجليد شوهدت فى الطوافى القطبية .

أما ضغط الهواء عند سطح المريخ فهو منخفض جدا ، فقد لا يزيد عن جزء من خمسة عشر جزءا من الضغط على سطح البحر عندنا . ولكى نجد مثل هذا الضغــط المنخفض عــلى الأرض يجب أن نرتفع الى أعــلى من قمة جبل افرست . وحتى لو كان جو المريخ يتكون جميعا من الأكسجين النقى لما استطعنا الحياة فيه ، أما وهو لا يحتوى على أى أكسجين عــلى الاطلاق فهذا ينفى وجود أى شكل للحياة الحيوانية المشابهــة

لما يوجد على الأرض • ومن المحتمل أن معظم جـــو المريخ يتكون من الغازات الخاملة كالنتروجين والأرجون •

وبالرغم من انخفاض الضغط الى هذه الدرجة فان جـــو المريخ عميق جدا ، فالجاذبية المنخفضة (نحو ثلث جاذبيـــة الأرض) تعنى بطء تناقص الكثافة مع الارتفاع عما يحدث على الأرض • يؤيد ذلك رؤية سحب يصل ارتفاعها الى عشرين ميلا فوق سطح المريخ •

وبالرغم من طبيعة جو المريخ الرقيق الا أنه ليس شـــفافا بدرجة غريبة • كما انه يحجب الضوء فى الطـــرف الأزرق من الطيف عادة • ولا نعرف السبب فى ذلك ، وان كنا نميل الى الاعتقاد بأنه نتيجة لوجود غبار ناعم فى الجو ، ومع ذلك فمن الصعب أن نتصور كيف يستطيع مثل هذا الغاز الخفيف حمل الكثير من المواد الصلبة •

ولكن هذه النقطة الغامضة بالذات ليست فى أهمية الحقيقة التى لا شك فيها وهى أن جو المريخ خفيف جدا ولا يحتوى على أى أكسجين وهذا الأكسجين لم يفقد فى الغالب ولكنه ما زال هناك ، مقيدا فى الصحارى التى تغطى الجزء الأكبر من الكوكب •

وقد تستطيع النباتات المريخية ان وجدت أن تحصل عـلى حاجتها من الأكسجين من التربة بدلا من الجـو • ويجب أن نذكر أن باقى المواد الخام اللازمة للحياة النباتيـــة وهى ثانى

أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس موجودة جميعها بالتأكيد في المريخ •

أما احتمالات وجود الحياة الحيوانية فهي ضئيلة نوعا ، الا اذا كان التطور قد أنتج كائنات لا تحتاج الى الأكسجين مطلقا • وفيما عدا ذلك فالظروف على الكوكب لا تمنع وجود الحياة الحيوانية تماما • وقد توجد به أشكال من الحياة تماثل بعض الأنواع الموجودة على الأرض • أما الضغط المنخفض وندرة الماء فهي عوائق يمكن التغلب عليها بطرق الهندسة البيولوجية التي قامت الطبيعة بتطويرها فعلا على الأرض •

وبالرغم من بعد المريخ الكبير عن الشمس الا أن الحرارة على الكوكب ليست منخفضة بحيث تعرقل الحياة الى حد بعيد • وقد سجلت درجات للحرارة بالازدواج الحراري بلغت ٨٠° فهرنهايت ظهرا خلال الصيف • كما أن المناطق الاستوائية لن تكون أكثر برودة من مناطقنا المعتدلة في المتوسط • ومع ذلك فمدى التغير في الحرارة أكبر كثيرا وبذلك فان ليالي المريخ وشتاءه قارصة البرودة •

ويجدر بنا أن نذكر هنا أن تغير الفصول لن يسبب مشقة كبيرة للأشكال الحيوانية المتحركة • فالهجرة من أحد نصفي الكرة الى الآخر مع اختلاف الفصول سهلة ميسورة لصغر الكوكب وطول السنة وانعدام الحواجز الجغرافية • والسرعة المطلوبة هي خمسة أو عشرة أميال في اليوم في

المتوسط فقط . أما أشكال الحياة غير المتحركة فقد تلجـأ الى النوم الشتوى كما تفعل نباتات قطبنا الجنوبى .

ويحتمل أن يكون نقص الماء واحدا من أكبر العوائق للحياة على المريخ . ولهذا فالذوبان السنوى للثلوج القطبية يعتبر ذا أهمية قصوى . ومن المحتمل أن الماء يحمل جنوبا من الأقطاب على هيئة بخار وليس فى حالته السائلة . وبالرغم من أن ضغط الهواء فى المريخ مرتفع بدرجة تسمح بوجود الماء السائل الا أننا لم نشاهد منه شيئا ، هذا مع العلم بأن تجمعـات للمـاء لا يزيد عرضها عن بضع مئات من الياردات يمكن أن تكتشف بوساطة انعكاس أشعة الشمس عليها ـ وهى خاصية تظهـر بوضوح لأى مشاهد ينظر الى الأرض من الفضاء .

ومن الممكن أن تتكون بحيرات مؤقتة حول الطواقى القطبية فى الربيع ، ويشاهد عندئذ اطار قاتم حول الثلج الذائب بالفعل . ولا نستطيع من الأرض أن نرى أشعة الشمس المنعكسة من بحيرات على خطوط العرض المرتفعة هـذه وبذلك فالاختبار الذى ذكرناه آنفا لا يمكن تطبيقه على هذه المناطق .

ويميل المرء الى افتراض أن المناطق الداكنة فى الكواكب قد تكون قيعان بحار قديمة على مسـتوى ينخفض عن مستوى الصحارى المحيطة بها ولكننا لا نجد من الأدلة المباشرة ما يؤيد هذا الفرض .

ونرى فى شكل ٨ العلامات الجغرافية (أو الايروغرافيـة

لهذا الكوكب موضحة على خريطة باسقاط (Aerographical) ميركاتور (Mercator projection) ويجب أن نوضح أن هذه التفاصيل جمعت خلال سنين من المراقبة بوساطة راصدين كثيرين • وبالاضافة الى ذلك يظهر على قرص الكوكب عدد ضخم من العلامات الصغيرة جدا والتى لا تلمح الا فى لحظات الرؤية التامة ولا يمكن تمثيلها على أى رسم •

وربما يكون هذا المكان مناسبا لذكر شيء عن القنوات التى كثر عنها الحديث وهى تلك الشبكة من الخطوط الرفيعة المتقاربة التى شاهدها سكياباريللى (Schiaparelli) ولويل (Lowell) فى أواخر القرن الماضى • وكان لويل يعتقد أن هذه القنوات تشكل نظاما ضخما للرى أقامه جنس ذكى لحفظ موارد مياهه المتضائلة • ولا يقبل هذا التفسير الآن الا القليل من الفلكيين ، ولا يؤمن أغلبهم بوجود القنوات أصلا • مع أنه لاشك فى وجود مجموعة كبيرة من العلامات الخطية الغريبة على الكوكب فعلا • وهذه الخطوط وان كانت ليست جميعها متصلة تماما الا أن الكثير منها يبدو منظما على شكل خطوط مستقيمة • ولا يعنى هذا أنها يجب أن تكون صناعية فقد تكون مجارى أنهار قديمة أو أخاديد أو غيرها من التشكيلات المناسبة • ونستطيع القول بأنه لا يوجد اليوم من الفلكيين الا القليل ممن يعتقدون بوجود أى دليل بسيط على وجود حياة ذكية على المريخ • أما من يجد هذا مخيبا لأمله فيمكننا أن

نذكره بأنه ليس محتملا أن يكتشف أهل المريخ وجود الحياة الذكيــة عــلى الأرض لو أن تلســـكوباتهم لم تــكن تفــوق تلسكوباتنا(١)

وللمريخ تابعان صغيران قطرهمـــا عشرة أو عشرون ميلا فقط • ويقع فوبوس (Phobos) وهو أقربهمـــا الى الكوكب قريبا الى درجة لا يرى معها من المناطق القطبية لأن انحنـــاء الكرة يخفيه عن الأنظار ولما كان يدور حول المريخ بأسرع من دوران هذا الأخير حول محوره فانه يشرق من الغرب ويغرب من الشرق • ويحتمل أن يــكون فى أغلب الوقت مخســـوفا لوجوده فى ظل الكوكب • وبما أن حجمه الظاهرى ليس الا ربع حجم القمر الظاهرى فانه يضىء بنســبة مئوية ضئيلة من اضاءته • أما ديموس (Deimos) وهو التابع الخارجى فهو أقل ظهورا حتى من أخيه هذا وقد لا يظهر له قرص واضـــح بالنسبة للمشاهد على الكوكب فلا يزيد بذلك عن أن يــكون نجما لامعا •

وقد تكون هذه الأقمار الصغيرة هى أول الأجرام غير الأرض التى ستهبط عليها الانسان بعد قمرنا • فلما كانت جاذبيتهما مهملة فان تلامس سفينة الفضاء بهما بعد دخولها فى مدار حول المريخ لن يستغرق الا طاقة صغيرة جدا • فجاذبيــة ديمــوس منخفضة لدرجة كبيرة حتى ان الرجل ليستطيع أن يقفز بعيدا

---

(١) وربما كان هذا موضعا للشــك فقد يستطيعون ان يروا اضواء مدننا الكبيرة وهى تضىء على الجانب المظلم من الكوكب •

عنه حاصلا على سرعة الأفلات بقوة عضلاته المجردة فحسب !

وهذه هي خلاصة ما نعرفه وما يمكن أن نستنتجه عن المريخ • فاحتمال وجود حياة نباتية من نوع ما على سطحه احتمال كبير • ولكن لا توجد أي أدلة على وجود الحياة الحيوانية أو الذكاء • ونستطيع أن نتخيل وجود هذه الأخيرة اذا افترضنا وجود كائنات لا تحتاج للأكسجين الغازى أو كائنات وصلت الى المستوى المتواضع من التقدم العلمى اللازم لبناء مدن مزودة بالأكسجين والضغط • ونحن بذلك ندخل فى عالم التكهنات والخيال حيث تتساوى نبوءة العالم والجاهل • وعلى العموم يحسن أن لا نقطع برأى بالنسبة للمريخ فى الوقت الحاضر لأن التلسكوبات الجديدة والفنون التى نمت منذ آخر تقارب قد تحدث تقدما حقيقيا فى معلوماتنا عندما يحدث التقارب التالى للكوكب فى عام ١٩٦٥ • وعلى الأخص يجب أن يتمكن التلسكوب ذو القطر ٢٠٠ بوصة من تقديم أدلة فوتوغرافية واضحة على وجود القنوات أو عدم وجودها •

والمريخ والزهرة هما الكوكبان الوحيدان اللذان كنا نأمل فى وجود أشكال أرضية من الحياة عليهما ، كما أنهما الكوكبان اللذان نستطيع الحياة عليهما باستعمال مساعدات ميكانيكية بسيطة نسبيا (وسنبحث فى الفصل الرابع عشر مشكلة استكشافهما مع الكواكب الأخرى) • أما حين نبتعد أكثر من ذلك فاننا نقابل عوالم أكثر غرابة حتى ان جارينا اللذين

(١) تم هذا التقارب فعلا بعد كتابة هذا الكتاب •

لا يبشران بخير كثير يعدان بالنسبة اليهما جنة الفردوس • ومن المحتمل أن يكون الكوكب الذى سنصل اليه بعد المريخ والزهرة هو عطارد ، وهو أقرب العوالم الى الشمس • وهو أصغر من المريخ نوعا ويبدو أن له جوا مخلخلا الى حد كبير ومجموعة الشمس ـ عطارد تشبه فى أوجه كثيرة مجموعة الأرض ـ القمر • فعطارد يحتفظ بنفس الوجه فى مقابلة الشمس وان كان كالقمر يهتز يمينا وشمالا فى كل دورة قليلا • وبذلك فأحد جانبى الكوكب فى حمام دائم من أشعة الشمس المحرقة فى حين أن جانبه الآخر يستغرق فى ليل أبدى • وبين هذين المنطقتين منطقة من الشفق تظهر فيها الشمس فوق الأفق وتغرب فتتكون من ذلك ما يشبه الليل والنهار •

ومنتصف الوجه المقابل للشمس ساخن جدا بالطبع ودرجة حرارته تزيد عن ٧٠٠° فهرنهايت فى الغالب وبذلك ينصهر فيه القصدير والرصاص • وتنخفض درجة الحرارة باستمرار نحو حافة نصف الكرة الذى تضيئه الشمس فيوجد بذلك نطاق عريض نوعا لن يشكل استكشافه صعوبة كبيرة من هذه الناحية على الأقل ، لأنه يكون أسخن من الأرض قليلا • أما عبر حافة الكوكب فى جانب الليل فتنخفض درجة الحرارة الى حد لا يتصوره العقل • فالحرارة لا تستطيع أن تصل الى هناك الا بالتوصيل خلال الصخر الصلب وقد اقترح بعضهم انه توجد على عطارد أسخن وأبرد نقطتين فى المجموعة الشمسية كلها •

فقد تهبط درجة حرارة الليل حتى - ٤٥٠° فهرنهايت وهى لا تبتعد عن الصفر المطلق كثيرا .

ويغلب على الظن أن سطح عطارد يشبه سطح القمر الى حد كبير . ولكن بعده عنا وقربه الى الشمس يجعل من المستحيل مشاهدة أى شيء عليه سوى بعض العلامات الغامضة ولها شبه غريب بقنوات المريخ .. ولكن أحدا لم يقترح فيما نعلم - وجود جنس على عطارد يروى مزارعه بالرصاص المصهور !!

ويجب الآن أن نترك جوار الشمس ونسافر بعيدا الى الخارج بعد المريخ الى الكواكب الجبارة الوحيدة وعائلاتها الكبيرة من التوابع - وكل منها تشبه مجموعة شمسية فى حد ذاتها .. ومع أن المريخ وعطارد والزهرة تختلف كل منها بطريقتها الخاصة عن الأرض الا أن هناك بعض أوجه التشابه فهى أبناء عمومة وان لم تزد القربى عن ذلك .. ولكن الكواكب التى سنزورها الآن تنتسب الى عائلة أخرى بل والى جنس آخر تقريبا ..

الفصل الثالث عشر

الكواكب الخارجية

تتسع أبعاد المجموعة الشمسية بسرعة بعد المريخ كما يرينا شكل ١ وهناك بين المريخ والمشترى هوة متسعة فى غير تناسب ظلت لمدة طويلة تبدو كما لو كان بها كوكب منسى •

وقد بذلت محاولة فى آخر القرن الثامن عشر لتحديد موقع هذا العالم المفقود وأسفر البحث عن نتيجة لم يتوقعها أحد ، فبدلا من العثور على كوكب واحد وجدنا منها المئات ، ومازلنا أبعد مانكون عن نهايتها • وأكبر هذه « الكويكبات » لا يزيد قطره عن ٤٨٠ ميلا • أما أصغرما يمكننا اكتشافه منها فلايمكن أن يزيد قطره عن ميل أو ميلين ولهذه الكويكبات مدارات من جميع الأحجام واللامركزية والميل ، فان بعضها يصل الى زحل فى الخارج وأحدها على الأقل يقترب من الشمس أكثر من عطارد ، ولكن معظمها يظل فى المنطقة بين المريخ والمشترى •

وقد يصل العدد الكلى للكويكبات من جميع الأحجام الى خمسة أرقام على الأقل • وقد كان الفلكيون عاجزين عن تتبع العدد

المكتشف منهـــا ويبلغ ١٥٠٠ حتى وقت قريب ، وذلك لأن العمل اللازم لحساب مداراتها كان كبيرا جدا • ولكن التطـور الحديث للآلات الحاسبة الالكترونية قضى على هذه المشـــكلة وأصبح من الممكن حساب وطبع التقاويم للكواكب الصغرى أو الكويكبات بصورة أوتوماتيكية ولم يعد الفلكيون ينظرون الى هذه الكويكبات بعين الغضب بعد أن رفع ذلك العمل الممل عن كاهلهم •

وسيرس (Ceres) أكبر هذه العوالم أضغر من أن يكون له جو خاص • فأى غاز قد يوجد فوقه يهرب الى الفضـاء فورا نظرا لجاذبيـــته البالغة الضعف • ولا نعرف أى شيء عن معالم هذه الكويكبات أو تضاريسها السطحية لأن الغالبية العظمى منها تظهر فى التلسكوب نقطا مجردة من الضوء • ويحتمل ألا تكون الكويكبات الصغرى كروية بل مجرد كتل متداخلة من الصخر ـ أى أنها ليست الا جبالا تتجول فى الفضاء •

والمستقبل وحده سيبين لنا ما اذا كان لهذه الكويكبات أية أهمية بالنسبة للسفر فى الفضاء • ولا يمكن أن تشكل هذه الكويكبات خطرا على الملاحة كما سبق أن قيل أحيانا بالرغم من وجود آلاف كثيرة منها ، فالهوة بين المريخ والمشترى من الكبر بحيث لا يمكن لبضعة آلاف أو حتى بضعة ملايين من الكويكبات أن تملأها •

ومن المناسب أن نبحث المشترى وزحل ويورانس ونبتون

سويا فهى تختلف فى الدرجة لا فى النوع • وتشترك هذه الكواكب جميعا فى النقط الآتية : وهى أن كثافتها منخفضة جدا ، ولها أجواء تتكون من الغازات الخفيفة وهى الايدروجين والميثان والنشادر وهى تدور بسرعة حول محاورها ، وكلها شديدة البرودة • ولما كان المشترى هو أقربها وأكبرها أيضا فهو أسهلها فى المراقبة • وينطبق الكثير من المعلومات التى نكتسبها عنه على زحل وأورانوس ونبتون على الأغلب •

ولا يمكننا أن نرى علامات سطحية ثابتة على هذه الكواكب ، فالذى نراه هو قمة جو مضطرب بالغ العمق قد يصل سمكه الى آلاف الأميال • وقد لا توجد بهذه الكواكب نواة صلبة ، فقد تزداد كثافة الغازات المضغوطة حتى تصل الى مركز الكواكب دون انتقال محدد من الحالة الغازية الى الحالة السائلة •

ودرجة حرارة المشترى أدفأ هذه الكواكب العملاقة أقل من ٢٠٠° تحت الصفر الفهرنهايتى • والأحوال الطبيعية لهذه الكواكب الغريبة لا تقطع بعدم احتمال وجود الحياة عليها فحسب ، ولكنها تنفى احتمال استكشافها المباشر كذلك • ولا ريب فى أن سفن الفضاء التى تدور حولها على بعد بضعة آلاف من الأميال ستتمكن فى يوم من الأيام من سبر غور تلك الأجواء الهائلة بالأشعة الرادارية وغيرها من أدوات العلم فى المستقبل ولكننا لا نستطيع تصور حدوث أى اتصال أقرب من

ذلك ومع ذلك فليس من الحكمة أن نقطع باستحالته كمشروع طويل الأجل •

وقد يجد مستكشفو القرن التالى أماكن صالحة للهبوط على توابع الكواكب العملاقة السبعة والعشرين • ومن هذه التوابع خمسة أكبر من قمرنا • ويبلغ تيتان (Titan) سادس توابع زحل حجما مساويا لحجم المريخ ولهذا التابع امتياز خاص اذ انه يمتلك جوه الخاص ، وهذا الجو من الميثان ويعرف أحيانا بغاز المستنقعات •

وقد أطلقت على أربعة من أقمار المشترى أسماء وهى يو (IO) ويوروبا (Europa) وجانميد (Ganymede) وكاليستو (Callisto) ثم اكتفى الفلكيون بذلك وأعطوا الباقين بكل بساطة أرقاما من خمسة الى احدى عشر • وأصغرها العاشر والحادى عشر فيبلغ قطراهما عشرين ميلا فقط وهما تعدان لذلك أقل الأجسام الكوكبية المكتشفة وضوحا •

ومن الحقائق المثيرة للاهتمام أن التوابع الأربعة الكبيرة بالرغم من وقوعها جميعا فى مدى لا يزيد عن مليون ميل الا قليلا من المشترى الا أن السفر بينها يتطلب طاقة تماثل الطاقة اللازمة لرحلة من الأرض الى المريخ أو الزهرة وهذا بالطبع ناتج عن مجال بالغ لقوة جاذبية المشترى • وتعطينا سرعة الافلات عند الكوكب فكرة عن جاذبيته فهى تبلغ ١٣٠٫٠٠٠ ميل/الساعة بمقارنتها بمجرد الـ ٢٥٫٠٠٠ ميل/الساعة للأرض •

ومع أننا اكتشفنا من أقمار زحل تسعة ، فلا شك أن لديه أقمارا أخرى لم تكتشف بعد . فأصغر توابع المشترى أصغر وأبهت بكثير من أقمار زحل مما يشير الى أن البحث لم يكن دقيقا بما فيه الكفاية بالنسبة للكوكب الخارجى ! ومن الغريب حقا أن يكون للمشترى خمسة أقمار في عرض أقل من ٤٠ ميلا بينما يصل قطر أصغر أقمار زحل الى ٢٠٠ ميل وقد أطلقت على هذه الأقمار جميعا أسماء لا مجرد أرقام . وقائمة هذه الأسماء شاعرية لدرجة أننا لا نستطيع مقاومة اعطائها هنا كاملة فهى بالترتيب مبتدئين بأقربها الى الكوكب : ميماس (Mimas) ، انسلادس (Enceladus) تيتان (Titan) ديون (Dione) ريا (Rhea) ، تيثيس (Tethys) هيبريون (Hyperion) ، يابيتس (Iapetus) ، وفيبى (Phoebe)

وجميع أقمار زحل أقزام بالنسبة للعملاق الوحيد تيتان الذى يبلغ قطره ٣٥٠٠ ميل والذى قد يلعب يوما ما دورا بالغ الأهمية فى استكشاف الكواكب الخارجية بسبب جوه المكون من الميثان . فغاز الميثان بقدر ما نستطيع أن نقرر اليوم مادة دافعة ممتازة للصواريخ الذرية ولهذا فيبدو من المعقول أن يصبح ذلك العالم محطة للتزود بالوقود عظيمة القيمة .

ومع أن الوصول الى مدارات الكواكب الخارجية لا يتطلب طاقة أكثر بكثير مما يتطلبه الوصول الى المريخ أو الزهرة ، غير أن الرحلة تستغرق وقتا طويلا لو اتبعنا طريق أقل

طاقة » (شكل ١) فرحلة الذهاب الى المشترى مثلا تستغرق سنتين وتسعة أشهر • وتستغرق الرحلة كاملة أى ذهابا وايابا ستة أعوام على الأقل ويزداد هذا الزمن بالنسبة للكواكب الأبعد من المشترى ولكننا قد نستطيع أن نستعمل طرقا أقصر وسرعات أكبر بكثير لو أمكن أن نتزود بالوقود فى الطريق •

وأهم الخواص المميزة لزحل هى بالطبع حلقاته العجيبة • وهى تبدو حتى من خلال منظار صغير بمنظر أخاذ ، لا يفقد شيئا من طرافته مع تكرر رؤيته • وتتكون كل حلقة من عدد لا نهائى من الجزئيات (وقد لايزيد حجم بضعها عن الغبار) وتدور حول الكوكب فى مدارات دائرية مضبوطة تقع جميعا فى نفس المستوى ، وربما كانت حلقات زحل أقرب ما صنعته يد الطبيعة من مستوى هندسى كامل • فاذا ما رأيت هذه الحلقات وقد تقابلت حدودها ، الشىء الذى يحدث على فترات طولها ١٥ عاما ، تختفى الحلقات تماما •

ولا بد أن يكون منظر زحل كما يرى من أقماره الداخلية منظرا رائعا • ويكون حجمه فى سماء ميماس أقرب التوابع اليه قدر حجم قمرنا خمسة آلاف مرة كما انه يمر بأوجهه المختلفة بسرعة أكبر كثيرا ، لأن ميماس يتم دورته حول زحل فى أقل من يوم واحد • ويمكن منه مراقبة تجمعات السحب والاضطرابات الجوية العظيمة التى تحدث أحيانا بتفصيل دقيق • اذ أن ميماس ليس له طقس خاص وستكون

هذه الاضطرابات موضوعا لا ينضب لحديث أي انسان •

وهناك شيء يبدو غريبا في أقمار زحل وهو أن كثافتها (وخاصه في حالة مماس) عند حسابها يظهر أنها أقل كثيرا من كثافة الماء • وقد يعنى هذا أنها مسامية جدا • (أو كما اقترح هويل (Hoyle) قد لاتكون أكثر من كرات ثلجية بالغة الضخامة) • ومن المحتمل أيضا أن تكون قياساتنا غير دقيقة • فان تحديد حجم مثل هذه الأجرام الصغيرة البعيدة بأى درجة من الدقة من الصعوبة بمكان •

ولا نعرف عن أورانوس ونبتون الا القليل لأن بعدهما الشاسع يجعل من المستحيل مراقبتهما بنجاح الا خلال أكبر التلسكوبات ، وهي كواكب عملاقة ذات جو بالغ العمق من المثان كذلك ، ولكن لا يظهر عليها من الاضطرابات ما يظهر على المشترى وبدرجة أقل على زحل وقد يكون ذلك بسبب برودتها الشديدة •

ولأورانوس خمسة توابع : آريل (Ariel) امبريل (Umbriel) تيتانيا (Titania) ، أوبيرون (Oberon) ، ميراندا (Miranda) الذى اكتشف حديثا (وهي جميعا أسماء شخصيات مسرحية « العاصفة » لشكسبير حتى ان التابع الذى سيكتشف بعد ذلك سيسمى كاليبان حتما) وتبلغ تيتانيا حوالى نصف حجم قمرنا أما التوابع الأخرى فأصغر كثيرا •

ولنبتون قمران فقط ، تريتون (Triton) ، ونيرايد (Nereid).

وتريتون أكبر التوابع المعروفة على الاطلاق اذ يبلغ قطـــــره ٣٠٠٠ ميل ولكنه لم يسم رسميا لسبب ما • ويشـــير اليـــه « الألمانك البحرى » وهو الحكم فى مثل هذه المسائل بالعبارة الطويلة نوعا : « تابع نبتون » وربما يجعل اكتشـــاف نيرايد الصغير فى سنة ١٩٤٩ بالتسمية الرسمية لأخيه الأكبر •

وقد كان نبتون حتى سنة ١٩٣٠ آخر حـــدود المجموعة الشمسية • وفى تلك السنة اكتشف بلوتو نتيجة لبحث طويل قام به مرصد لويل • وقد بنى الاكتشاف على أساس حسابات رياضيةأجراها الدكتور لويل غير انه وجدالآن أن بلوتولايمكن أن يكون هو الكوكب الذى تنبأ بوجوده • لأنه أصغر كثيرا من المعروض فلا يزيد قطره عن ٤٠٠٠ ميل • ولذلك نستطيع أن نقول ان اكتشافه كان مجرد صـــدفة وان الكوكب الذى كان لويل يبحث عنه لم يكتشف بعد • وبلوتو بالرغم من أننا لا نعرف أى شىء عنه الا حجمه ومداره فيغلب أن يكون أشبه بالكواكب الداخلية فى التركيب وهو بذلك لا يشترك مـــع جيرانه العمالقة فى شىء ولا بد أنه بارد جدا ولا ترتفع درجة حرارته عن (٣٥٠°) فهرنهايت وفيها تكون الغازات جميعـا سائلة ما عدا الأيدروجين والهليوم ولذلك فليس من المحتمل أن يكون لبلوتو جو •

وبهذا تنتهى قائمة الكواكب بقدر ما نعرفها اليوم ولا توجد أسباب نظرية تمنع من وجود كواكب أخرى على مسافات أبعد

من بلوتو بكثير ولكن اكتشافها يكون بالغ الصعوبة وخاضعا للصدفة الى حد كبير •

ان وجود المذنبات لمما يثبت أن الشمس تستطيع أن تتحكم في حركة أجسام بعيدة بعدا ساحقا عنها في الفراغ • فبعض هذه الأجرام تسير في مدارات لا مركزية بدرجة كبيرة تأخذها الى أبعاد تبلغ مئات المرات بعد نبتون أو بلوتو عن الشمس • ونشأة هذه المذنبات وتركيبها لا تزال مشكلة لم تحل بعد • ولكنها ليست ذات أهمية لعلم السفر في الفضاء اذ انها تتكون كلية من غاز رقيق تبلغ كثافته درجة يمكن أن نعتبرها فراغا جيدا • وبعض المذنبات الكبيرة قد تحتوى على نواة صلبة ولكن هذه لن تكون الا من مجموعة من النيازك في الغالب •

الكواكب والأقمار والكويكبات والنيازك ـ هكذا تم استعراضنا للمجموعة الشمسية • وسنبحث في الفصل السادس عشر احتمال وجود كواكب أخرى حول النجوم الأخرى • ولكن العوالم التي وصفناها هي المواطن الوحيدة للحياة في الكون بقدر ما لدينا من معلومات محدودة أكيدة في الوقت الحاضر ، وسيشعر أغلب الناس أن الصورة التي وضعناها أمام أعينهم ليست مشجعة ، وقد يكونون على صواب • فربما لا توجد في مجموعتنا الشمسية حياة متقدمة خارج حدود الأرض • ولا حياة على الاطلاق سوى بعض الطحالب على القمر والمريخ •

وهنا الخطر كل الخطر ، أن ننساق وراء هذا التعليل الذى يبدو مقبولا وننسى أنه مبنى على وجهة نظر تعجز عن ابصـــار أى شىء فيما عدا الانسان ومملكته .

فنحن نعتبر كوكبنا « طبيعيا » لأننا اعتدناه فحسب ، ونحكم على هذا الأساس على باقى الكواكب . والحقيقة هى أننا نحن نعتبر فلتة من فلتات الطبيعة بحياتنا فى تلك المنطقة الضيقـــة حول الشمس التى لا ترتفع حرارتها لدرجة يغلى فيها الماء ، ولا تنخفض الى درجة يكون فيها دائم التجمد . أما اذا اتخذنا وجهة نظر الاخصائى المحايد فان العوالم « الطبيعية » تكـــون هى الكواكب من طراز المشترى بأجوائها من الميثان والنشادر .

ونحن لا نعرف اليوم الحدود التى قد يصل اليها تكيف الحياة الظروف المحيطة بها . فقد استطاعت على كوكبنا أن تعمـل فى مدى للحرارة يماثل الانتقال من الزهرة الى المـريخ وهى عندنا مبنية على الأكسجين والكربون والماء ــ وهى أكثر المواد شيوعا فى قشرة الكواكب ولكن هذه المواد الأساسية تستخدم بطرق متنوعة جدا . فبعض الكائنات تتكون من المـــاء كليـة تقريبا مثل هلام البحر (Jelly Fish) وبعضها الآخر كالصبار لا تستخدم منه الا القليل جدا ، وتعيش فى وسط بالغ الجفاف لا تتحمله أشكال الحياة الأخرى . وقد قامت أنواع معينة من البكتريا بعملية مذهلة وهى استبدال الكربون بالكبريت جزئيا ، وتستطيع أن تعيش فى سعادة فى حامض الكبريتيك المغلى .

وأهمية الماء ترجع الى قدرته على اذابة تشكيلة هائــلة من المواد وهو بذلك يعمل كوسط تتم فيه تفاعلات كيميائية لاحصر لها • ولكن له في هذا الميدان عدد من المنافسين من بينــها غاز النشادر السائل • فعلى كوكب تقل درجة حرارته عن ٢٨° فهرنهايت وتزيد عن ١٠٨° يمكن أن يحل النشادر محل الماء في كثير من الأغراض • وعلى الكوكب الأكثر برودة نجد أن الميثان وهو يظل سائلا حتى درجة ٣٠٠° فهر نهايت يقوم بأداء مهام هذا العمل • حقيقة ان أغلب التفاعلات الكيميائية تسير ببطء شديد في درجات الحرارة المنخفضة ولكن يمكن أن يحــل الفلور أكثر العناصر نشاطا محل الأكســجين في مثل هــذه الظروف •

وبالمثل ففي اتجاه درجات الحرارة المتزايدة لا نستطيع أن نضع حدا لعبقرية الطبيعة الخلاقة • وقد فتح اكتشاف مركبات السيليكون ـ الكربون في العقد الأخــير آفاقا جــديدة في الكيمياء العضوية • ووجود شكل من أشكال الحياة مبنى جزئيا على السليكون ليس خارج حدود الامكان • وتحتفظ مركبات السليكون بخواصها على درجات حرارة تكفي لابادة نظائرها الكربونية وقد تجعل هذه المركبات الحياة ممكنة على عــوالم تزيد حرارتها بضعة مئات من الدرجات عن الأرض كأجزاء من عطارد مثلا •

والحياة تلجأ حين تواجهها ظروف غير ملائمة إلى احــدى

خطتين : فاما التأتلم واما الانعزال • ونستطيع في أرضنا أن نرى أمثلة لكلتا الخطتين • ففى المناطق القطبية تتأتلم عجول البحر وطيور البطريق بينما يعزل الاسكيمو نفسه • وأحد الأمثلة الفريدة لهذه الطريقة الأخيرة عنكبوت الماء المتواضع ، فهو حشرة لا تتنفس الا فى الهواء ومع ذلك فهو يقضى جانبا كبيرا من وقته تحت الماء • ويستطيع هذا العنكبوت أن يعيش فى وسط غريب تماما بحمل الظروف المناسبة لحياته معه • وبالمثل يمكن للحياة الكربونية المبنية على الماء أن توجد حتى على الكواكب الخارجية المتجمدة • ويمكن أن نتصور أن كائنات ذات جلد متين عازل لاتفقد خلاله الا القليل من الحرارة وما دامت تملك مصدرا من مصادر الطاقة ، الكيمائية أو الشمسية أو حتى الذرية ، والطعام الضرورى تستطيع أن تستمر فى الحياة حتى اذا كان الوسط المحيط بها على درجة حرارة لا تزيد عن الصفر المطلق الا قليلا •

وقد يعترض البعض بأن مثل هذا النوع من الحياة قد يستطيع أن يستمر فى الوجود على الكواكب الباردة ولكنه لا يعقل أن ينشأ هناك • وقد تكون الحياة المحلية مبنية على التفاعلات المنخفضة الحرارة فى الغالب وبذلك لن تكون أدفأ بكثير من الجو المحيط بها ، ولكن أنواعا أرقى من الاحياء قد تتطور من هذا النوع كما تطورت الثدييات ذوات الدم الحار من الزواحف ذات الدم البارد •

ونحن لا نعرف شيئا تقريبا عن القوانين التى تتحـــكم فى ظهور الحياة وتطورها على أى كوكب وقد تساعدنا التكهنـات السابقة على أن نرى الخطأ الناشىء عن تصميمنا لمـــا نرى فى مثالنا الوحيد وهو الأرض ومحاولة استنتاج قوانين تنطبق على كواكب مختلفة تماما • وليس منطقيا أن نحـــزن ونكتئب لأن العوالم الأخرى فى المجموعة الشمسية تختلف عن عالمنا بهذا المقدار حتى لا نأمل فى وجود أنواع مألوفة من الحياة هناك ، فهذه الاختلافات ذاتها هى التى ستجعل استكشافها أكثر تشويقا واثارة • ولو كانت الكواكب الأخرى مجرد نسخ جديدة من الأرض لفقد السفر بين الكواكب كثيرا من مغزاه ! وجدير بنا أن نذكر أننا نستطيع دراسة سطوح ثلاثة عـــوالم فقط من الكون عن قرب ، وهى الأرض والقمر والمريخ وقد سجلت الحياة عليها اصابة محققة ، وأخرى محتملة وثالثـة ممكنة • وبعض الفلكيين يتجاوز ذلك فيقول اصابتين محققتين وواحدة محتملة • وهذه ليست بداية سيئة ، فهى تجعـــلنا نأمل فى الاحتفاظ بنفس المستوى فى غيرها من الأماكن •

الفصل الرابع عشر

استكشاف القمر

لا بد أن القارىء قد بدأ يشك ـ عن حق ـ في أن مشاكل الطيران في الفضاء مع صعوبتها ستكون هينة بالنسبة الى بعض المشاكل التي ستواجهنا عندما نبدأ في الاستكشاف الفعلي للكواكب • وكثيرا ما يتجاهل الكتاب في علم السفر في الفضاء هذه النقطة أو يمرون عليها مر الكرام • وهم بلا شك يشعرون بأن لديهم من العمل ما يشغل كل اهتمامهم • ولكننا لانستطيع أن نتغاضى عن هذه الصعوبات لو أردنا أن يتسم استعراضنا للموضوع بالدقة •

ان السرعة في استكشاف الكواكب وجميع امكانياتها النامية تتوقف على عوامل يخرج الكثير منها عن نطاق البحث الفني الخالص • ومع أن الأحوال الطبيعية التي ستواجهنا وما قد نعثر عليه من رواسب معدنية وطبيعة الجو وما الى ذلك ستكون ذات أهمية أساسية في تحديد ما يمكن عمله على أي كوكب ، الا أن ما سيتم عمله فعلا سيتحدد غالبا حسب الامكانيات التي

ستتوافر من الأرض ، ويأخذنا هذا من مملكة العلم الى مملكة الاقتصاد والسياسة ، ويثير أسئلة سنـؤجل الاجابة عليها الى الفصل الثامن عشر ، وفيما يلى سنفترض متفائلين أن الجنس البشرى سيخصص للسفر في الفضاء الجهد والمـال اللازمين لشن حرب صغيرة في يوم من الأيام .

وقد سبق أن بحثنا استكشاف القمر واستعماره في الفصل الحادى عشر ، وكثير مما ذكرناه عندئذ يمكن أن ينطبق مع تعديلات بسيطة نسبيا على المريخ والزهرة وعطارد . وستكون مشاكل المريخ والزهرة في كثير من النواحى أبسط من مشاكل القمر لأن وجود الجـو - ما دام ليس ساما أو ذا تأثـيرات كيمائية ضارة - يعد دائما من المميزات حتى لو لم يكن صالحا للتنفس فهو يعنى على الأخص أن ارتداء ملابس الفضـاء الضخمة واستعمال المبانى ذات الضغط المنخفض ليس ضروريا .

وبرغم أننا لا نعرف تكوين وضغط جو الزهرة عند سطح الكوكب الا انه من المؤكد أن يكون مثل كثافة جو الأرض على الأقل ، ولا يحتمل أن يكون ضغطه كبيرا بدرجة تهدد حياة الآدميين . وبذلك فبينما قد نضطر لحمل الأكسـجين على الزهرة فلن نحتاج الى أجهزة الراديو والتبريد وعزل الحرارة التي كانت أساسية على القمر ولا بد أن هذا سيسرى عـلى بعض أجزاء الزهرة وان لم يسر عليها كلها .

ويعنى وجود الجو أن يستطيع الانسان أن يخرج الى الخلاء

لفترات تصل الى عدة دقائق دون أجهزةالتنفس • وهذه احدى النقط العلمية التى ستجعل الحياة على الزهرة أبسط كثيرا من الحياة على القمر وان كانت فى حد ذاتها ثانوية • ومن الحقائق المدهشة والتى لا يعرفها الكثيرون أن الانسان يستطيع أن يستمر دون تنفس لمدة قد تصل الى خمس دقائق بعد استنشاق الأكسجين النقى لعدة دقائق (والرقم القياسى الفعلى ١٥ دقيقة)

ان وجود جو ذى كثافة معقولة سوف ييسر انشاء المبانى ، لأنها يمكن أن تبنى بحيث يكون الضغط داخلها وخارجها متساويا حتى ولو كان تركيب الغازات الخارجية والداخلية مختلفا • وهذا يعنى تلاشى خطر التسرب أو الانفجار التفريغى الذى كان يوجد لدرجة ما على القمر باستمرار •

وكذلك يعنى وجود الجو امكان النقل الجوى مع كل مايتضمنه هذا من تسهيل للسفر والاستكشاف • وكما ذكرنا فى الفصل الحادى عشر فالصواريخ ليست عملية ولن تكون اقتصادية للرحلات التى تصل الى بضع مئات من الأميال ، لذلك ستقتصر الرحلات القصيرة على القمر على السطح • ولا يواجهنا هذا التحديد على المريخ والزهرة فسنستطيع عليهما أن نستخدم الطائرات •

وبالطبع ستكون محركاتنا ذات الاحتراق الداخلى عديمة النفع فى جو تلك الكواكب الخامل • ولكن بما أننا ننظر الى

الأمام خمسين عاما على الأقل فمن المعقـــول أن نفترض أن المحركات الذرية للطائرات ستكون قد أصبحت حقيقة واقعة فى ذلك الوقت • وعنـدئذ سيستعمل الجـو المحيط كســائل وسيط فحسب ولن يأخذ أى دور فى أى تفاعـل كيميـائى (وسيلعب فى الواقع نفس الدور الذى يلعبه الماء فى النقـل البحرى) •

ولا نستطيع أن نعلم بالتأكيد ما اذا كان الانســـان سيتمكن من الحياة على المريخ دون ملابس ضـــغط ومرتديا كمامات للتنفس فقط ، حتى نحصـــل على معلومات أكثر تحديدا عن كثافة جو المريخ • ومعظم الأدلة تشـــير الى عكس ذلك فى الوقت الحاضر الا أن المشكلة بين حدين •

ولا شك أن الطائرات تستطيع أن تعمل فى جـــو المريخ بالرغم من رقته ، وصغر الجاذبية ســـيكون عونا كبيرا عـلى الطيران وستكون الطائرات المستعملة ذات سرعة عالية ، قليلة الوزن بالنسبة لمساحة الأجنحة • وستطير هذه الطائرات عـلى مستوى قريب من الأرض لتكون عند أكبر كثافة للهـــواء • ولكن هذا لا يتضمن أى خطـــر على كوكب منبسط مثـــل المريخ •

وبما أن الأدلة الفلكية تشير الى أن الأكسجين قد يكون موجودا بكميات كبيرة على المريخ والزهـــرة ، وان كان فى الحالتين متحدا مع عناصر أخرى • فان توفير جو صالح للتنفس

يصبح مسألة في الهندسة الكيميائية وهي بذلك مسألة يمكن حلها من ناحية المبدأ . وكما سبق أن أشرنا فلا حدود لما يمكن أن نفعله اذا امتلكنا القوة والعلم والمواد الخام اللازمة . فعلى كل من المريخ والزهرة يبدو من الممكن بناء قباب كبيرة جدا مزودة بالضغط تكفي لاستيعاب مستعمرات كاملة أو حتى مدن صغيرة دون استخدام أعمدة أو عقود . فانها سترفع بوساطة ضغط الهواء وحده وهي طريقة تمكننا من تغطية مساحات واسعة على الأرض وتكون ذات امكانيات أفضل على الكواكب ذات الجاذبية الضعيفة .

والصحيفة الأفقية التي يؤثر عليها من أسفل ضغط جوى واحد وينعدم الضغط أعلاها تتجمع عليها قوة رأسية مقدارها طن تقريبا لكل قدم مربع ترفعها الى أعلى . وهكذا فالبناء من القماش الخفيف أو البالون يستطيع أن يحتفظ بشكل ثابت وأن يحمل أثقالا كبيرة لو كان فارق الضغط بين الداخل والخارج جزءا صغيرا من الضغط الجوى .

وربما كان غلاف البالون الستراتوسفيرى « المستكشف الثانى » وهو كرة قطرها ٢٠٠ قدم عند نفخها هو أكبر بناء تحمله الغازات حتى الآن . ولا يوجد سبب أساسى يمنع بناء قباب نصف كروية يبلغ قطرها ألف قدم أو أكثر على كوكب كالمريخ ويستطيع المستعمرون أن يعيشوا داخل هذه الفقاعة الكبيرة من الهواء كما يعيشون على الأرض تماما ولن

يضطروا لارتداء أجهزة التنفس الا اذا خرجوا منها ونستطيع لو أردنا أن نصنع هذه القباب من نوع مرن شفاف من البلاستيك ليسمح بدخول أشعة الشمس وان كان هــذا ليس ضروريا بأى حال وقد تنتج عنه خسارة كبيرة للحرارة أثناء الليل • وقد تكون خير وسيلة أن تجعل القبة شفافة في النهار وبذلك تجمع الحرارة على مبدأ البيوت الزجاجية ويمكن أن تجعل معتمة أثناء الليل •

واللوحة الخامسة تبين ما قد تكون عليه هذه المستعمرة فى المريخ • وطبقا للحكمــة الصائبة التى تقول بعدم وضــع كل البيض في سلة واحدة ستكون هناك عدة قباب صــغيرة مزودة بالضغط بدلا من واحدة كبيرة • وستوصل هذه القباب بعضها البعض بوساطة أهوسة أو أقفال هوائية كما سيكــون بكل قبة قفل يصلها بالخارج •

وفى مقدمة الصورة نرى المنطقة السكنية والادارية • ومع أن الطقس داخل القباب سيكون طوع بناننا الا أنه يحسن أن تسـقف المبانى بحيث يمكن جعل ضــغطها مستقلا • وبذلك يكون جميع من بداخل المبانى فى أمان فى حالة فساد القبة • ويمكنهم الخروج لانقاذ أى شخص فوجىء بالخارج (ويجب أن نعلم أن مثل هذا الخلل لن يكون مفاجئا أبدا وسيــكون هناك وقت لوصول أى شخص فى الخــارج الى بر الأمان فى المعتاد) •

وتغطى القباب البعيدة المعمل الكيمائى - حيث يستخلص الأكسجين والمواد الأساسية الأخرى من المواد الخام المنقولة من الخارج - ومعمل انتاج الطعام مع مزرعته وأجهزته .

وعلى البعد يوجد المطار المشترك للطائرات وسفن الفضاء . وهنا تهبط الصواريخ من النوع الجوى بعد أن تقوم بمقابلة سفن الفضاء التى تدور فى فلك حول الكوكب ويحتمل جدا أن يستخدم أحد القمرين الصغيرين فوبوس وديموس كنقطة التقاء لهذا الغرض . وترى فى اللوحة طائرة نفاثة تقلع متجهة الى مستعمرة أخرى . أما للمواصلات ذات المدى القصير فتستخدم عربات مزودة بالضغط ذات اطارات كبيرة منتفخة كما فى حالة القمر .

وفى داخل هذه المدن لن تكون حياة مستعمرى المريخ محدودة أو مملة . والملل على أى حال سيكون أبسط متاعبهم .. فسيرقد حولهم عالم كامل ينتظر كشف غوامضه - عالم سيشغل علماء النبات والحيوان والجيولوجيا لعدة قرون .

ومن الصعب أن نقرر كم من الوقت يلزم لبناء قواعد كبيرة كهذه فاننا لا نعرف الا القليل عن الأحوال فى المريخ ، وقد نكتشف عند وصولنا الكوكب عوامل تغير الوضع تغييرا أساسيا - للأفضل أو للأسوأ - فلا يجب أن نأخذ ما فى بيئة واحدة معينة ولا شك أن الحقيقة ستختلف عن ذلك فى كثير من التفاصيل .

وغنى عن البيان أن كل ما في اللوحة ٩ قد صنع من مواد محلية ولن تحمل من الأرض الا الأدوات الأساسية فحسب • ولن يدخر جهد في سبيل جعل المستعمرة تعمل على أساس الاكتفاء الذاتي بأول فرصة •

أما الكواكب البعيدة وتوابعها فهي تحمل مشاكل أخطـــر بكثير نظرا لبرودتها الشديدة • ومع ذلك فيجب ألا نبالـغ في هذه المشاكل • فيمكن أن يكون تسرب الحرارة خـــلال الأبنية المزدوجة الجدران صغيرا جدا اذا أحسن تصميمها • أما بالنسبة للمباني الدائمة فان عزل درجة حرارة ٤٠٠° فهرنهايت ليس أصعب بكثير من عزل درجة ١٠٠° فهرنهايت ويجب أن تنتقى المواد بعناية فالكثير منها تتغير خواصها على هذه الدرجات من الحرارة • وتحدث عادة لها زيادة في القوة مصحوبة بازدياد قابليتها للكسر • ولن توجد أي صعوبة بالطبع في توفير الحرارة اللازمة لحفظ المعسكر دافئا حتى على بلوتو • فالحـــرارة هي السلعة الوحيدة التي تستطيع الطاقة الذرية أن تزودنا بكميات غير محدودة منها الآن فعلا •

ويصبح البرد مصدرا للمشاق والأخطـــار حـــين نحاول استكشاف هذه الكواكب في ملابس الفضاء أو المركبـــات • ويمكن للحرارة أن تفقد من الجسم بثلاث طرق وهي التوصيل والاشعاع والحمل ولن توجد الطريقة الأخيرة على أي كوكب يخلو من الهـــواء أما الخسارة الناتجة عن التوصيل فلن تكون

الا عند نقط التلامس بالأرض • ولذلك يجب أن نزود ملابس الفضاء بأحذية سميكة عازلة للحرارة وقد تكون ذات نعال معرجة للاقلال من مساحة التلامس ، وبهذا يصبح مايفقد من الحرارة بالتوصيل صغيرا جدا •

أما الخسارة بالاشعاع فيمكن الاقلال منها باستخدام مبدأ الزجاجة المفرغة أى الترموس ويتم هذا باستخدام جدران مفضضة بحيث تعكس الحرارة الى الداخل ثانية • ومن الواضح أن تطبيق هذا المبدأ فى البناء على العربات أسهل كثيرا من تطبيقه على ملابس الفضاء •

وستنشط الظروف على الكواكب الأخرى تطور الانسان الميكانيكى غالبا فهو يستطيع أن يحل محل الانسان فى المواقف الخطيرة وقد ذللت فعلا أغلب المشاكل الفنية التى يتضمنها بناء مثل هذه الآلات وسيتفق من شاهد الأذرع والأيدى الميكانيكية وهى تعمل خلف أذرع الرصاص فى المعامل التى تستخدم النظائر المشعة معنا على أن الانسان الميكانيكى الذى يدار من بعد قد أصبح حقيقة واقعة تقريبا •

وعندما يتأمل المرء الآلات الثقيلة التى اخترعت فى الجيل الماضى لتغير وجه كوكبنا ـ الجرارات والبلدوزر والقصابيات والكراكات وما الى ذلك نرى أن الأمر لا يتطلب الا قليلا من الخيال لنتصور آلات أخرى أكثر تقدما ومعدلة بالطريقة المناسبة تعمل لخدمتنا على الكواكب الأخرى • وتشترك هذه الآلات مع الرجال الذين يعملون عليها فى ميزة العمل تحت

تأثير جاذبية أقل من جاذبية الأرض • وسيكون البرد عدوها الأكبر فقد يسبب كسورا مفاجئة نتيجة لتبلور المعـــدن لو لم تتخذ الاحتياطات اللازمة ضد ذلك •

وجدير بالذكر أن مشكلة الاحتفاظ بالحـــرارة على أى كوكب تبسط كثيرا بالنزول تحت الأرض • لأن الصخر عازل ممتاز للحرارة والصخر المسحوق الذى يتخلـــل الهواء أو الفراغ جزيئاته هو أقرب شيء الى العازل المثالى للحرارة •

وعندما نمتلك سفنا للفضاء تستطيع أن تصل الى المشترى وزحل فى مدة معقولة من الزمن ، سنبذل المحاولات لاقامـة مراصد صغيرة على الأقل على بعض الأقمار الكثيرة لتلك العوالم الضخمة ، وربمـــا لا نعرف الا القليل عما نجده على أى هذه التوابع (ولعلنا ما زلنا نذكر أن كثيرا منها ككواكب معقولة الحجم فى حـــد ذاتها) ، فلا نستطيع أن نتنبأ بما قد يستحق بذله من مجهود فى هـــذا الصـدد •

وقد تختلف احتمالات هذه الكواكب اختلافا شاسعا • فقـد تكون العوالم مثل تيتان وجانيميد وكالستو ويوروبا كتلا جرداء من الجليد أو قد تكون زاخرة بأشكال غريبة من الحياة تتفق تماما مع الوجود فى درجات الحرارة المنخفضة • وقد لا تضم ما يثير الاهتمام من وجهة النظر الجيولوجية ، وقد تكون غنية بمعادن لا مثيل لها على الأرض ، أما أين تقع الحقيقة بالضبط بين هذه المتناقضات فهذا مالن نعلمه حتى نصل الى هناك ونرى بأنفسنا •

وبعد فترة مجهولة من الزمن من انشاء المستعمرات المغلقة على الكواكب ، ستبذل محاولات دون شك لجعل مساحات أوسع كثيرا صالحة لمعيشة الانسان ولا نستطيع أن نعتبر تزويد عالم كامل بالجو أمرا مستحيلا فنيا ، وحتى تغير درجة حرارة الكواكب بضع مئات من الدرجات لن يكون بعيدا على علماء عصر يسيطر على الطاقة النووية سيطرة تامة •

وقد اقترح البروفسور فريتز زفيتسكي (Fritz Zwicky) وهو أحد كبار الفلكيين فى العالم أجمع والمدير لأبحاث هيئة أمريكية كبيرة جدا لهندسة الصواريخ أثناء دراسته لهذا الموضوع ـ اقترح أننا سوف نتعلم فى يوم من الأيام كيف نغير مدارات الكواكب الأخرى بحيث نستطيع التحكم فى مناخها • ولا يتضمن هذا الاقتراح ـ وان بدا مغرقا فى الخيال ـ أى أمور مستحيلة ، فمن يجسر اليوم على أن يضع حدودا للعلم بعد ٥٠٠ أو ألف عام ؟

الفصل الخامس عشر

محطات الفضاء

نعود الآن الى موضوع كان يجب أن يبحث فى مكان سابق من هذا الكتاب لو سرنا حسب الترتيب الزمنى ، لأن اتمامه سيحدث بالتأكيد قبل المشاريع الطويلة الأجل التى بحثناها فى الفصل السابق . ولا شك أن الكثيرين يعتقدون أن بناء محطة الفضاء سيكون أول مهام علم السفر الى الفضاء وسيسبق الرحلة الى القمر ، فاذا استخدمنا كلمة « محطة الفضاء » لنصف بها أى بناء صناعى يدور فى مدار دائم مستقر فان هـذا الرأى يكون صحيحا بالتأكيد ، فلا شك أن قذائف تحمل الأجهزة ستوضع فى مدارات خارج الغلاف الجوى فى تاريخ قريب . ويلى ذلك اطلاق قذائف يركبها الآدميون وتبقى فى مداراتها وقتا قصيرا نسبيا . ومع ذلك فيحسن أن نقصر هذا التعبير على القواعد الثابتة التى يحتلها الانسان أو المراصد التى تبنى فى الفضاء من مواد تنقل اليها بوساطة الصواريخ وتمون بالأفراد والمواد بنفس الطريقة .

وقد نشأت فكرة محطات الفضاء فى الأصل من فكرة التزود بالوقود فى المدار التى وصفناها فى الفصل الخامس • وما ان أدركنا امكان اقامة أبنية دائمة فى الفضاء حتى رأينا على الفور أنها ستكون ذات فائدة جمة لكثير من الأغراض العلمية حتى أصبح من المحتمل أن استخدامها كمحـــطات لملء الصواريخ سيصبح ذا أهمية ثانوية •

والواقع أننا لن نحتاج لاستخدام محطات الفضاء لهـــذا الغرض على الأقل فى المراحل الأولى للسفر بين الكواكب • اذ أن سفن الفضاء الأولى ستزود بالوقود من صواريخ أخرى مباشرة (كما هو مبين باللوحة ٣) ولن يكون مجديا أن نقيم محطات للتموين بالوقود فحسب حتى يصبح عدد السفن التى ستذهب وتجىء عددا كبيرا على فترات متقاربة •

ولنسترجع باختصار المبادىء التى يقوم عليها خلق أى نوع من التوابع الصناعية ، وستذكرون أن الجسم الذى يسير أفقيا بسرعة ١٨٫٠٠٠ ميل/الساعة خارج الغلاف الجوى مبـاشرة يبقى دائما فى مدار دائرى مستقر دون أن يتطلب أى طاقـــة جديدة ويتم هذا الجسم دورة كاملة حول الأرض فيما يزيد قليلا عن تسعين دقيقة • وكلما ارتفعنا تقل السرعة المدارية اللازمة وبالتالى يزداد زمن الدورة الكاملة • فعـــلى ارتفاع ٢٢٫٠٠٠ ميل فوق سطح الأرض يصـــبح زمن الدورة ٢٤ ساعة بالضبط فالجسم الذى يقع هناك يدور مع الأرض بحيث

لا يشرق ولا يغرب لو كان أصلا فوق خط الاستواء . فلو زاد بعد الجسم عن ذلك فانه يتحرك أبطـــأ من سرعة دوران الأرض حول محورها وبذلك يشرق في الشرق ويغرب في الغرب ، أما داخل حد الـ ٢٢٫٠٠٠ ميل هذه فالتابع يشرق في الغرب ويغرب في الشرق ، كما يفعل قمر المريخ الداخـــلي (ومن يود أن يستنتج من ذلك أن أهل المريخ بناة لمحطات الفضاء ، فله مطلق الحرية في ذلك)

وليس شرطا أن تسير الأجسام التي تدور حول الأرض في مدارات دائرية فقط فأي قطع ناقص لمركز الأرض عند احدى بؤرتيه يمكن أن يكون مدادا ـ مادام لا يتقاطع مع الجـو بالطبع .. وبالمثل فليس ضروريا أن تقع المدارات في نفس مستوى دوران الأرض ، فيمكن أن توجه على أي زاوية بالنسبة لخط الاستواء وتستطيع مثلا أن تمر فوق القطبين . ويتوقف اختيار المدار على الغرض الذي أنشيء التابع الصناعي لتحقيقه .

والتابع الذي يدور على ارتفاع بضع مئات من الأميال فوق خط الاستواء لا يرى الا في نطاق ضيق حول الكوكب بسبب انحناء سطح الأرض ، وبالتالي لن يتمكن هذا التابع من مسح أي منطقة خارج هذا النطاق المحدود . أما اذا مر مداره فوق القطبين فان دوران الأرض سيكفل مسح سطحها جميعا في عدد قليل من دورات التابع أي في أقل من يوم واحد .

ويمكن الحصول على نفس النتيجة باستخدام مدار يميـــل

بزاوية على خط الاستواء ولتكن هذه الزاوية ٤٥° مثلا طالما كان ارتفاع التابع أكثر من ١٠٠٠ ميل فوق السطح وفي خلال ٢٤ ساعة لا تبقى الا المناطق المحيطة بالقطبين مباشرة دون أن تظهر لمثل هذا التابع .. وإن كان تشوه الاشكال بسبب انحناء الأرض وازدياد كثافة الضباب سيجعل اجراء المشـــاهدات النافعة مستحيلا قبل أن نصـــل الى « أفق » التابع المنظـــور بكثير .

ومع أننا لن نكتشف القيمة الكاملة لمحطات الفضــــاء حتى ننشئها بالفعل ـ كما هو الحال دائما الا أن بعض منافعها تظهر من الآن . ونستطيع أن نضع قائمة بأهمها كالآتى :

١ ـ الأبحاث الفلكية والطبيعية ..

٢ ـ الأرصاد الجوية والمساحة ..

٣ ـ الأبحاث البيولوجية ..

٤ ـ التزود بالوقود ..

٥ ـ توصيل الاشارات اللاسلكية ..

٦ ـ تسهيلات الميناء ..

ويمكن القيام ببعض هذه الأعمال فى نفس المحطة ولكن بعضها الآخر يتطلب أنواعا متباينة من المدارات بحيث نضطر فى النهاية الى بناء محطات متخصصة للقيام بغرض واحد . وعلى هذا تكون محطات التزود بالوقود أقرب ما يمـــكن الى الأرض (ربما على ارتفاع ٥٠٠ ميـــل فقط) ، بينما تكون

المحطات الفلكيه على ارتفاع يبلغ عشرة أضعاف أو مئة ضعف لهذه المسافة . ويجب أن نشير بهذا الخصوص الى أن انشاء التابع القريب أقل تكاليف من انشاء تابع بعيد من وجهة نظر الطاقة .

وقد بحثنا مميزات المرصد القمري من قبل في الفصل الحادي عشر . وهذه المميزات جميعا تنطبق بدرجة أكبر على مرصد في الفضاء يستطيع الى جانب ذلك أن يرى الكرة السماوية كلها. وقد يؤثر جو القمر المخلخل على بعض المشاهدات الحساسة ، الأمر الذي لن يحدث اطلاقا في محطة الفضاء .

ولعل أطرف الاحتمالات التي تصبح ممكنة بفضل محطة الفضاء ـ وان كنا نعترف أن هذا يقع في المستقبل البعيد ـ زوال الحدود التي تفرضها الجاذبية على أحجام الأجهزة الفلكية . فالصعوبات الكبيرة التي ظهرت أثناء بناء المنظار الكبير الذي يبلغ قطره ٢٠٠ بوصة في مرصد جبل بالومار (Mount Palomar) لم تكن صعوبات بصرية أساسا ولكنها كانت الى حد بعيد نتيجة لضرورة بقاء المرآة ومستلزماتها دون أي انحناء يزيد عن بضعة أجزاء من المليون من البوصة مهما اضطر الأمر الى أن نجعل الجهاز البالغ الثقل يدور أو يميل. أما في حالة انعدام الوزن التي تنطبق دائما على الاجسام في المدار الحر ، فلن يحتاج بناء التلسكوب الا الى القوة اللازمة لاحتفاظه بشكله . وفي الواقع قد تكون الأجزاء البصرية على

بعد أميال بعضها عن البعض لو لزم الأمر دون أى اتصال مادى بينها • وسيجعل هذا فى الامكان بناء أجهزة تستطيع قياس أقطار النجوم المتوسطة الحجم لأول مرة ، وقد يصبح من الممكن أيضا اكتشاف كواكب النجوم القريبة الأمر الذى لا يخطر لنا ببال باستعمال الأجهزة الأرضية •

ومنذ عام ١٩٤٥ واهتمام الفلكيين يتزايد باستمرار بنوع من « التلسكوبات » لاتستخدم الأشعة الضوئية ، بل أمواج اللاسلكى ذات القدرة الكبيرة على الاختراق وبهذه الطريقة قد نستطيع أن نعلم شيئا عن بناء أجزاء الكون لا نستطيع « رؤيتها » بالطريقة المعتادة اطلاقا • ولما كانت موجات اللاسلكى أطول من موجات الضوء مليون مرة فلا بد من بناء أجهزة ذات حجم هائل للحصول على تحديد معقول للصورة وأكبر تلسكوب لاسلكى بنى حتى الآن يزيد قطره على ٢٠٠ قدم (بالمقارنة بمئتى بوصة بالنسبة لأكبر تلسكوب بصرى) وبالرغم من ذلك فان قدرته على التحليل (Resolving Power) أى على فصل الأشياء المتقاربة أقل بآلاف المرات من أى منظار من مناظير الأوبرا الرخيصة • وفوق ذلك لا يمكن بسبب حجمه الهائل !؟ •

وفى الفضاء نستطيع التغلب على هذه الصعوبات جميعا ويصبح ممكنا أن نبنى تلسكوبات لاسلكية يصل قطرها الى الأميال وأن نجعلها مع ذلك قابلة للحركة لانعدام وزنها •

ومن الواضح أن تجميع وتشغيل تلسكوبات جبارة تطفو في الفضاء (سواء كانت بصرية أو فلكية) يتضمن مشاكل هندسية لا يستهان بها • وسنبحث بعضا من هذه المشاكل حين نصل الى الانشاء الفعلي لمحطات الفضاء •

وبالمثل فالتابع الصناعي يهييء للأبحاث الطبيعية فرصا رائعة • ستفتح حالة انعدام الوزن آفاقا جديدة واسعة في العلم التجريبي • كما أن وجود فراغ كامل تقريبا في أحجام غير محدودة سيكون حافزا لبعض الدراسات مثل علم الالكترونيات والطبيعة النووية وعدد لا يحصى من فروع التكنولوجيا التي تتطلب استخدام الضغط المنخفض • وسيصبح ممكنا لأول مرة أن نحصل على درجات حرارة قريبة من الصفر المطلق في أحجام كبيرة من الفضاء •

وستتلقى دراسة الأشعة الكونية (وهي واحدة من المسائل الأساسية في علم الطبيعة الحديث) دفعة هائلة الى الأمام ، اذ أننا لا نستطيع مراقبة الاشعاعات الأولية الا خارج الغلاف الجوي • كما ستتقدم معلوماتنا عن الأيونوسفير عندما نتمكن من مراقبته من الجهتين ، وهي ذات أهمية عملية كبيرة في المواصلات اللاسلكية •

وبما أن محطة للفضاء على ارتفاع بضعة آلاف من الأميال تكون قادرة على مسح الجزء الأكبر من الكوكب في ساعتين ، وتستطيع بذلك أن تراقب تشكيلات السحب وتحركات مراكز

العواصف ، فلا ريب أنها ستلعب دورا بالغ القيمة فى علم الأرصاد الجوية وان كان من المنتظر أن تظل المحطات الأرضية لازمة لملء التفاصيل الأخرى كالضغط ودرجة الحرارة الا أن التابع الصناعى يستطيع أن يقدم صورة اجمالية للموقف فى نظرة واحدة ، بالمعنى الحرفى لهذه الكلمة .

كما أن تابعا مداريا يمكن أن يكون ذا فائدة جمة فى تسهيل الملاحة (حتى ولو لم يكن يحمل أى رجال أو أجهزة) بشرط أن يكون لامعا بحيث يمكن مراقبته بالنظر من الأرض .. وقد ظل الملاحون قرونا عديدة يجدون طريقهم على سطح هذا الكوكب باستعمال الشمس والقمر والنجوم . ولكن الأجرام السماوية الموجودة حاليا بعيدة جدا بحيث لا يمكن معها أن تستخدم بعض الطرق المباشرة لتحديد المكان ، ولاشك أن تابعا قريبا أو تابعين سيهونان من هذه المشكلة كثيرا .

أما استخدام محطة الفضاء للأبحاث البيولوجية فهو أمر ما يزال محلا للتكهنات فلا أحد يستطيع أن يقرر ما الذى قد تكتشفه العلوم الطبية من دراسة الكائنات التى تعيش مدة طويلة فى ظروف انعدام الجاذبية . ويجدر بنا أن نذكر أن الجاذبية عامل هام فى تحديد الحجم المحتمل للأحياء الميكروسكوبية الحجم (أو حتى للكائنات الكبيرة) وقد تسبب ازالتها بعض النتائج الطريفة . وان كنا يجب أن نصبر لنرى ما اذا كا نمكنا تربية الأميبا حتى تصل الى حجم كرة القدم !

وسيزود انعدام الجاذبية الطب بسلاح جديد هام ، ليس في علاج الأمراض الواضحة كأمراض القلب فحسب ، بل انه سيزيد كذلك في سرعة أي نوع من أنواع النقاهة ، وليس ضربا من الخيال أن تتنبأ بأن الكثير من مستشفيات المستقبل ستكون في الفضاء . وقد رأينا أن استخدام الصواريخ ، حتى الكيمائي منها ، لن يعرض الركاب لتسارع مرتفع أو خطير . (ومن الطريف أن نذكر أن فكرة نقل المرضى بالجو منذ ثلاثين سنة كانت تبدو جنونا مطبقا بيد أنها الآن كثيرا ما تكون الطريقة المفضلة) . ولا شك أن وجود محطة الفضاء في ضوء الشمس باستمرار باستثناء الفترات القصيرة التي تحجبها فيها الأرض سيكون ذا قيمة علاجية كبرى . مثله في ذلك مثل منظر الأرض نفسها وهي تكاد تملأ السماء وتمر في أطوارها من الهلال الى البدر في بضع ساعات . كما أن التغير الكبير للتفاصيل التي تظهر في القارات والبحار والسحب ، ولذة العثور على العلامات المميزة المألوفة ، أو حتى مراقبة شوارع المدن الكبرى خلال التلسكوبات ستحبب الى المرضى منفاهم المؤقت . ولا بد أن العنبر المواجه للأرض في مستشفى محطة الفضاء سيكون « غرفة تطل على منظر فريد » !

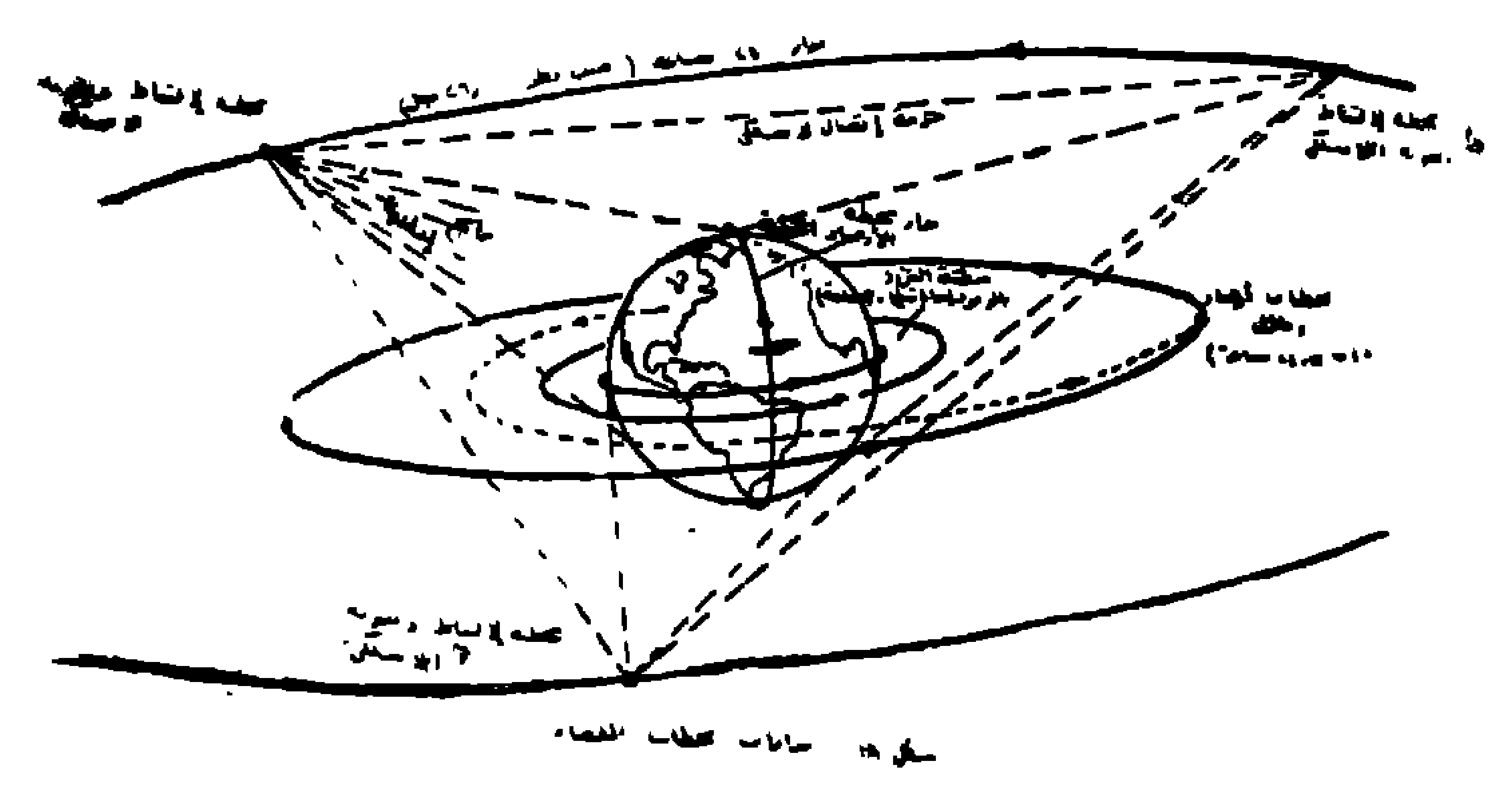
وغالبا ما تكون قواعد الاصلاح والتزود بالوقود في أقرب المدارات وبالتالي ستكون أكثرها اقتصادا ، وهذه قد تصبح بمضي الوقت شيئا ضخما،موانى فضاء حقيقية بها كل التسهيلات

لموجودة بالموانى وحظائر ضخمة قد تزود بالضغط لتسهيل أعمال الاصلاح . ويستطيع المرء أن يجد فيها كل ما يجده اليوم فى المحطات البحرية أو الجوية الكبرى .

ونشك كثيرا فى أن سفن الفضاء ستقوم بالرحلات المباشرة من سطح الأرض الى الكواكب حتى عندما تصبح هذه الرحلات ممكنة فنيا وذلك لأن مميزات الطرق المدارية هائلة بدرجة أن سفن الفضاء قد لا تقلع من الأرض الى الكواكب مباشرة فى أى يوم من الأيام (على الأقل ما دام الصاروخ هو الوسيلة الوحيدة للانتقال) ولذلك فتستطيع موانى الفضاء المدارية أن تتوقع فترة طويلة من الخدمة النافعة قبل أن تصبح غير ذات بال ، من الناحية الفنية .

ولعل أكبر قيمة لمحطات الفضاء من الوجهة التجارية المحضه ستنتج عن خدمات الراديو والتليفزيون التى يمكن أن نوفرها . فالتابع المدارى يجعل ممكنا لأول مرة انشاء شبكة من المواصلات اللاسلكية المضمونة بين جميع بقاع الأرض لا تتأثر بالأحوال الأيونوسفيرية والزوابع المغناطيسية وباقى التقلبات التى بليت بها المواصلات اللاسلكية الطويلة المدى . كما انها ستحسن حالة الخدمة اللاسلكية لأنها لن تعتمد على الموجات المنعكسة مع ما يتبعها من تداخل والتواء . ويمكن أن تتصل المحطة بأى نقطة على نصف الكرة المواجهة لها بوساطة شعاع مباشر ويمكن نقل الاشارات الى أى نقطة فى الجانب الآخر حول

منحنى الأرض بوساطة محطة فضاء ثانيـــة لو لزم الأمر •
ونستطيع ثلاث محطات للفضاء تدور على نفس المدار وتقع كل
منها على بعد ١٢٠° من الأخـــرى أن تغطى الأرض كلها
(شكل ١٨)



والمدار المنطقى لهذا الغرض هو مدار ٢٤ ساعة أى عـــلى
ارتفاع ٢٢٫٠٠٠ ميل فوق خط الاستواء ، وتصبح لكل نقطة
على سطح الأرض محطة واحدة على الأقل ظاهرة فى السماء
دائما وبالاضافة الى ذلك فهى تكون مثبتة فى الســـماء بعكس
تلك الأجرام العاصية النافرة الشمس والقمر والنجوم •

ولعل أكثر الاحتمالات التى يمكن أن تحققـــها سلسلة
المحطات المقوية هذه هى امكان انشاء شبكة عالمية للتليفزيون •
ولا توجد أى طريقة أخرى يمكن أ نتحقق هذه الأمنية فى
الواقع ، لأن انحناء الأرض يحدد مدى أجهزة الارســـال
الســـطحية بما لا يزيد عن مائة ميل • وتســـتطيع ثلاث من

المحطات الفضائية أن تتصل ببعضها البعض بوساطة أشعة من الموجات القصيرة جدا أن توفر خدمة تليفزيونية للكوكب كله ولا تستهلك فى ذلك من الطاقة أكثر مما تستهلكه واحدة من المحطات الكبيرة حاليا .

وقد سمعنا من يقول ان هذه هى أقوى حجة ضد السفر فى الفضاء ! ومع ذلك فيجب أن نذكر أنه حتى لو اتخذنا وجهة نظر متشائمة فيما يتعلق بالمستقبل الثقافى للتليفزيون فان الموجات العالية التردد من النوع الذى يستخدمه لها واجبات أخرى ، فيمكن أن توفر عددا يكاد أن يكون لا نهائيا من قنوات الاتصال الخالية من التداخل كما ستوفر خدمات للملاحه ولأمن الطيران لا تتناسب مع أى شىء نستطيع تخيله اليوم . ويجب أن يمتلك المجتمع العالمى جهازا سريعا ومضمونا للاتصال ، ولا يحقق ذلك على نطاق واسع الا استخدام محطات نقل الراديو فى الفضاء .

وقد تكلمت الصحافة كثيرا بعد انتهاء الحرب العالمية مباشره عن مزايا جبارة فى الفضاء قيل ان الألمان فكروا فى استخدامها كأسلحة حربية أما الحقيقة التى تختفى وراء هذه الاشاعه فكانت أقل اثارة وأهمية كما هى الحال دائما مع الاشاعات فقد أشار هرمان أوبرت (Hermann Oberth) قبل ذلك بعشرين عاما الى احتمال بناء مزايا هائلة فى الفضاء باستخدام صفائح من الصوديوم المعدنى تجمع على نسيج من الأسلاك كنسيج

العنكبوت ! وتحتفظ بشكلها هذا بقوة دورانها وتستطيع مرآة قطرها ميلان أن تجمع ١٠٫٠٠٠٫٠٠٠ حصان من الطاقة الشمسية فاذا وجهت هذه الى الأرض لأمكن أن تتسبب في تسخين محلي على مساحة كبيرة نوعا • وقد تخيل أوبرت استخدام مثل هذه المرايا للتحكم في الطقس ، بتبخير الماء في بعض المناطق ونوجيه بخار الماء الناتج الى مناطق أخرى • وقوانين الضوء تجعل مستحيلا أن تركز كل الحرارة التي تأتي من هذه المرآة بدقة تكفي لأن تصبح معها سلاحا خطيرا حقا ، ومع ذلك فلو جعلت المرايا أكبر بكثير فانها تستطيع أن تجعل المناطق المختارة حارة الى درجة لا تطاق •

وعلى أي حال ، فمرايا الفضاء كسلاح قد عفى عليها الزمن قبل أن تبنى • ونحن الآن نعرف طرقا فعالة أكثر من هذه لقتل الشعوب حرقا • كما أن المرآة ذاتها بناء سهل التدمير • فقد تستغرق سنوات لبنائها بينما لا يستغرق تدميرها بضع دقائق بنصف دستة من القذائف الموجهة •

وفي شكل ١٨ بينا المدارات المستخدمة للأنواع المختلفة من الخدمات التي بحثناها آنفا • ومع أن جميع المدارات التي ذكرناها حتى الآن كانت دائرية الا أن بعض المدارات البيضاوية قد تستخدم لأغراض خاصة • وقد تأخذ هذه الأخيرة المحطة الى بعد مئات الآلاف من الأميال بعيدا عن الأرض ثم تعود الى مسافة بضع مئات من الأميال خارج الجو بعد أسبوع •

وقد يظن البعض أن المدارات المتعددة التى تظهر فى شكل ١٨ قد تتداخل مع بعضها وسيكون هناك خطر التصادم بينهما • ولكن هذا مستحيل بالنسبة للمحطات التى تدور على مدارات دائرية والتى لا تستطيع تغيير بعـدها عن الأرض الا باستخدام الطاقة • ويجب على سفن الفضاء التى تنطلق بعيدة عن منطقـة التزود بالوقود أن توقت ميعاد رحيلها بحيث لا تقترب عـلى مسافة اصغر من اللازم من أى محطـة خارجية • ولما كانت هذه التحركات تتضمن بلايين كثيرة من الأميال المـكعبة من الفضاء فلن يكون هذا قيدا خطيرا على مدارات الطيران • وهى على أى حال ستبدأ رحلتها من مستوى خط الاسـتواء عـلى مسافة قريبة من الأرض •

ولقد كتب على الأقل كتاب واحد كامـل حتى الآن عن تصميم محطات الفضاء وميكانيكياتها الداخلية • ولا نستطيع هنا أن نذكر الا القليل من النواحى الرئيسية فى هذا الموضـوع الشيق الذى سيواجه المهندسين فى المستقبل بعض المتـاكل الغريبة •

وستبنى محطات الفضاء الأولى فى الغالب من سفن للفضاء تفكك بعد وصولها الى السرعة المدارية وسيقوم بتجميع المبنى رجال يرتدون ملابس الفضاء ويحركون أنفسهم وأحمالهـم بوساطة مسدسات رد الفعل أو النافورات الغازية • وربمـا تستخدم سفن صغيرة للفضاء تتسع لرجل واحـد ومجهـزة

بالأجهزة اللازمة للتداول بدلا من بذلة الفضاء التي أصبحت شيئا تقليديا مألوفا الآن •

وتسلق الى المدار صواريخ متتابعة تحمل المخزونات ومواد البناء وتسقط حمولتها بكل بساطة في الفراغ حتى تحتاج اليها • وسيسهل انعدام الجاذبية التجميع بدرجة كبيرة ستبنى أولا غرفة كروية يمكن أن تزود بالضغط لتعمل كسكن لموظفي محطة الفضاء على الأرجح • ومن هذه البداية يمكن استخدام مجموعة لا نهائية من التصميمات • فقد تأخذ بعض المحطات شكل قرص مسطح يدور ببطء حول محوره بحيث يبدو كأن هناك جاذبية طبيعية عند حافته ولا جاذبية اطلاقا عند المحور وبهذا يستطيع موظفو المحطة أن يعيشوا حياة طبيعية في جاذبية معتادة وفي نفس الوقت يستطيعون لو أرادوا أن يقوموا بتجارب على انعدام الجاذبية في نفس المحطة • وستظل بعض التوابع الأخرى دون دوران ، وخاصة تلك الخاصة بالأبحاث الفلكية حيث يجب أن نحتفظ بالأجهزة موجهة لفترات طويلة في اتجاه لا يتحول • وقد يعيش أفرادها في فترات راحتهم في محطة دوارة على بعد بضعة أميال في الفضاء ، ويتنقلون من الواحدة الى الأخرى بوساطة صواريخ منخفضة القوة •

وستنمو هذه المحطات بمرور الأعوام بعملية تجميع ، فتبنى بها باستمرار غرف ومعامل جديدة حتى لقد تصل في النهاية الى الأميال في اتساعها • وتتكون من مجموعة من الأبنية التي تحقق أغراضا متباينة ولا ترتبط بعضها الا ارتباطا واهيا ، أي

انها ستصبح مدنا حقيقية في الفضاء . وسترى كبرياتها بسهوله من الأرض كنجوم لامعة تعبر السماء بسرعة من الغرب الى الشرق . وكثيرا ما تختفي حين تمر في ظـــل الـــكواكب و « تكسف » .

وفي اللوحة رقم (١٠) ترون بناء واحدا من أنواع هذه المحطات وقد صمم هذا النموذج بالذات بحيث يكون مزودا بالجاذبية بوساطة القوة المركزية الطاردة ، وهو مجهز بمحطة للطاقـــة الشمسية (ستغطى الكمرات المشكلة كالقطع الناقص بألواح من المواد العاكسة لتركيز أشعة الشمس على الغلايات فيمـــا بعد) وفي مقدمة الصورة غرفة الضغط التي يمكن عن طريقها الوصول الى داخل المحطة بينما يطفو في وسط الصورة صاري شبكية سيستخدم لرفع الأجهزة اللاسلكية . وفي اللوحة (١٠) تظهر هذه المحطة كاملة .

وبرغم أنا افترضنا أن التابع الصناعي يستمر في الدوران حول الأرض بدقة بالغة بعد وضعه في مداره لأول مرة الا أن هذا ليس صحيحا تماما . فالتأثير الناتج عن الشمس والقمر والجاذبية الناتجة عن انبعاج الأرض نفسها عنـــد خط الاستواء ستغير مدار التابع ببطء وتسبب انحراف مستوى دورانه فتجعله يميل ببطء الى أعلى والى أسفل . وهذا الأثر صغير لدرجـــة لا تكون له معها أهمية عملية . وسيكون ممـــكنا دائما اعادة ضبط المدار باستخدام دفعات صاروخية بالغة الصغر اذا لـــزم الأمر . وفي الواقع سيصبح لزاما علينا أن نتخذ بعض الخطة

حتى لا تحدث بعض الاختلالات الطارئة في المدار عند قذف المخلفات من المحطة أو عند أخذ مواد جديدة الى داخلها .

ولا شك أن توابع صناعية ستبنى في أماكن أخرى بخلاف جوار الأرض مع تقدم علم السفر في الفضاء وفي أغلب الأحيان سنجد كويكبات أو أقمارا صغيرة يمكن أن تستعمل كأساس بدأ في البناء عليه. ويمكنها أن توفر كثيرا من المواد الضرورية .. وفي هـذه الحالة لن يكون هناك فارق كبير بين محطة الفضاء والمستعمرة الكوكبية ..

وكما أن كثيرا من القواعد ستبنى لتدور في مدارات حول الكواكب للأغراض العديدة التي ذكرناها ، فسيسير الكثير منها في مدارات مستقلة حول الشمس وتصبح بذلك كواكب صناعية وليست أقمارا صناعية . ومن الفوائد الواضحة لمثل هذه القواعد ما يتصل بالمواصلات بين الكواكب ، فكثيرا ما يحدث أن تكون سفينة الفضاء أو أحد الكواكب في الجهة الأخرى من الشمس بالنسبة للأرض وبذلك يصبح الاتصال المباشر بينهما مقطوعا ، فاذا وجدت محطة للفضاء تسير على مدار الأرض ولكن تبعد عنها بضعة عشرات الملايين من الأميال، فانها يمكن أن تستخدم كمحطة مرددة للاسلكي وبذلك تمكننا من أن « نرى » فيما « وراء الشمس »

وتظهر قوانين ميكانيكا الأجرام السماوية أن جسما صغيرا يمكن أن يسير على مدار الأرض بهذه الطريقة لو كون معها ومع الشمس مثلثا متساوي الأضلاع .. وهناك موضعان أمام

الأرض ، والثاني على نفس البعد خلفها . وهناك مواضـــع حالة المشترى مجموعتان من الكويكبات بالطرواديين (Trojans) مستقرة مماثلة في مدارات الكواكب الأخرى وتحتلها فعلا في .. فلو نظرنا الى المستقبل البعيد للانسانية ، فقد يأتي وقت تصبح فيه هذه العوالم الصناعية بنفس أهمية الكواكب الطبيعية الأصلية . وقد تتبع البروفسور ج . د برنال (Professor D.Bernal) هذه الفكرة الى أقصى ما تصل اليه في كتابه « العالم ، والجسد والشيطان »

(The World, The Flesh, and The Devil)

(وهو واحد من أغرب انطلاقات الخيال العلمي المنظم) ، فهو يتخيل كويكبات كروية يصل قطرها الى عدة أميال وفيهـــا مناطق لانتاج الطعام تحت غلافها الشفاف مباشرة . وتليها الى الداخل الآلات التي تنظم درجة الحرارة والهواء أو التي تتحكم في مناخ هذه الدنيا الصغيرة بكلمة أخرى .

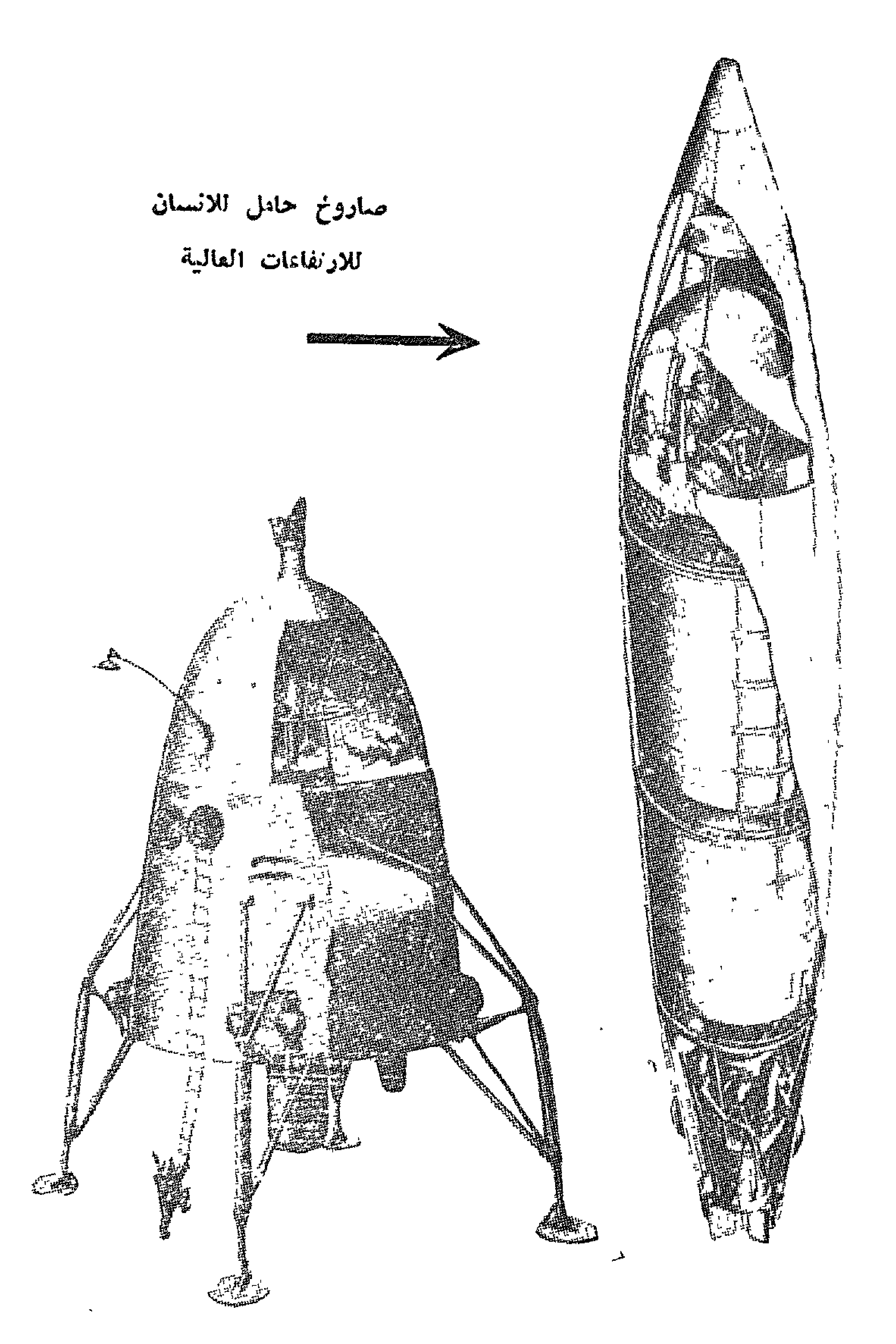
أما الحيز الأوسط فهو المنطقة المعيشية وهي أكثر اتســاعا مما تتخيل بنظرتنا المستوية « ذات البعدين » نظرا لانعــدام الجاذبية . وكما أشار برنال ، فالكرة التي يبلغ قطرها ثمانية أميال تحتوي في داخلها على مكان فعال يماثل ماتحتويه مساحة من الأرض تبلغ ١٥٠ ميلا مربعا اذا قدرنا لها كمية سخية من الهواء ولتكن خمسين قدما فوق الأرض .

وقد تنهي هذه العوالم ثقافاتها الخاصة ونشاطها المتخصص ، وان كانت على اتصال دائم بجيرانها وبالمدنيــات الأخــرى

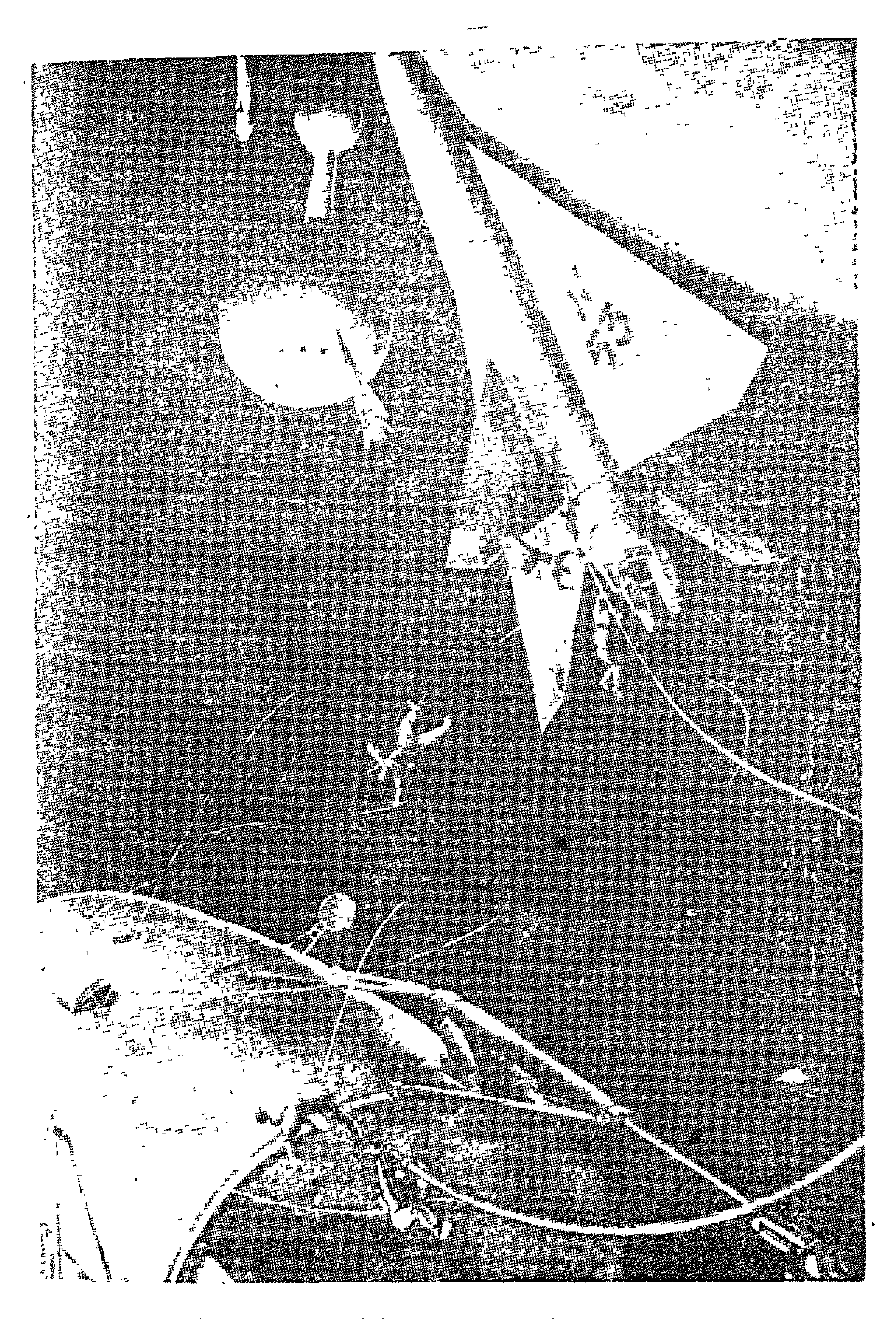
الموجودة على الكواكب ، ومن المحتمل ألا يعيش من الجنس البشرى الا جزء بسيط على الكواكب الأصلية للشمس ، وربما تصبح عائلة الشمس بعد ألف سنة أكثر عددا بكثير مما هى عليه الآن .

وللعوالم الصناعية أهمية أخرى لأنها توجد حلا للمشكلة البالغة الصعوبة وهى السفر بين النجوم وسنبحث هذه المشكلة فى الفصل السابع عشر ـ وقد كان برنال أيضا هو أول من أشار الى ذلك .

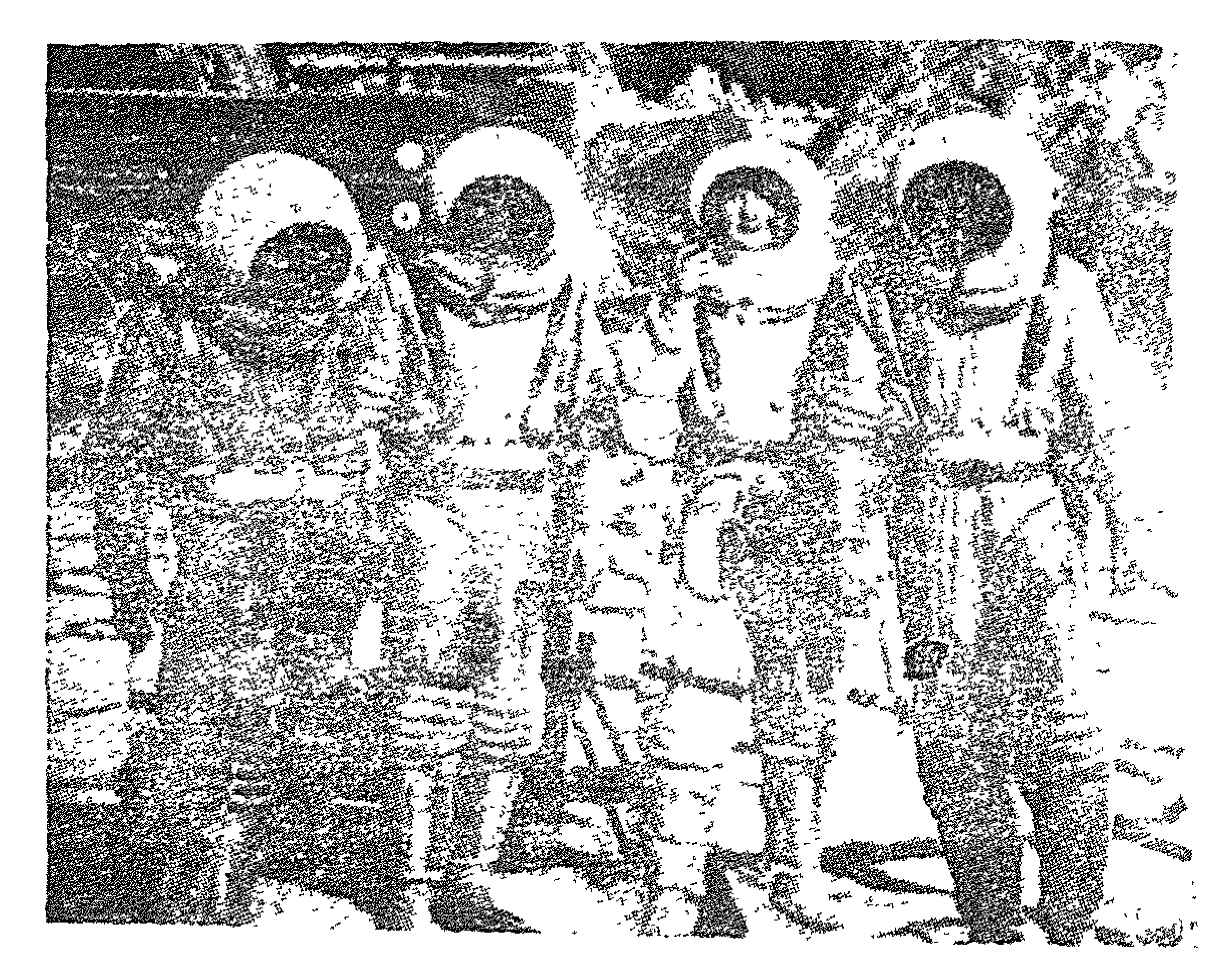
لوحة - ١ - القاعدة القمرية



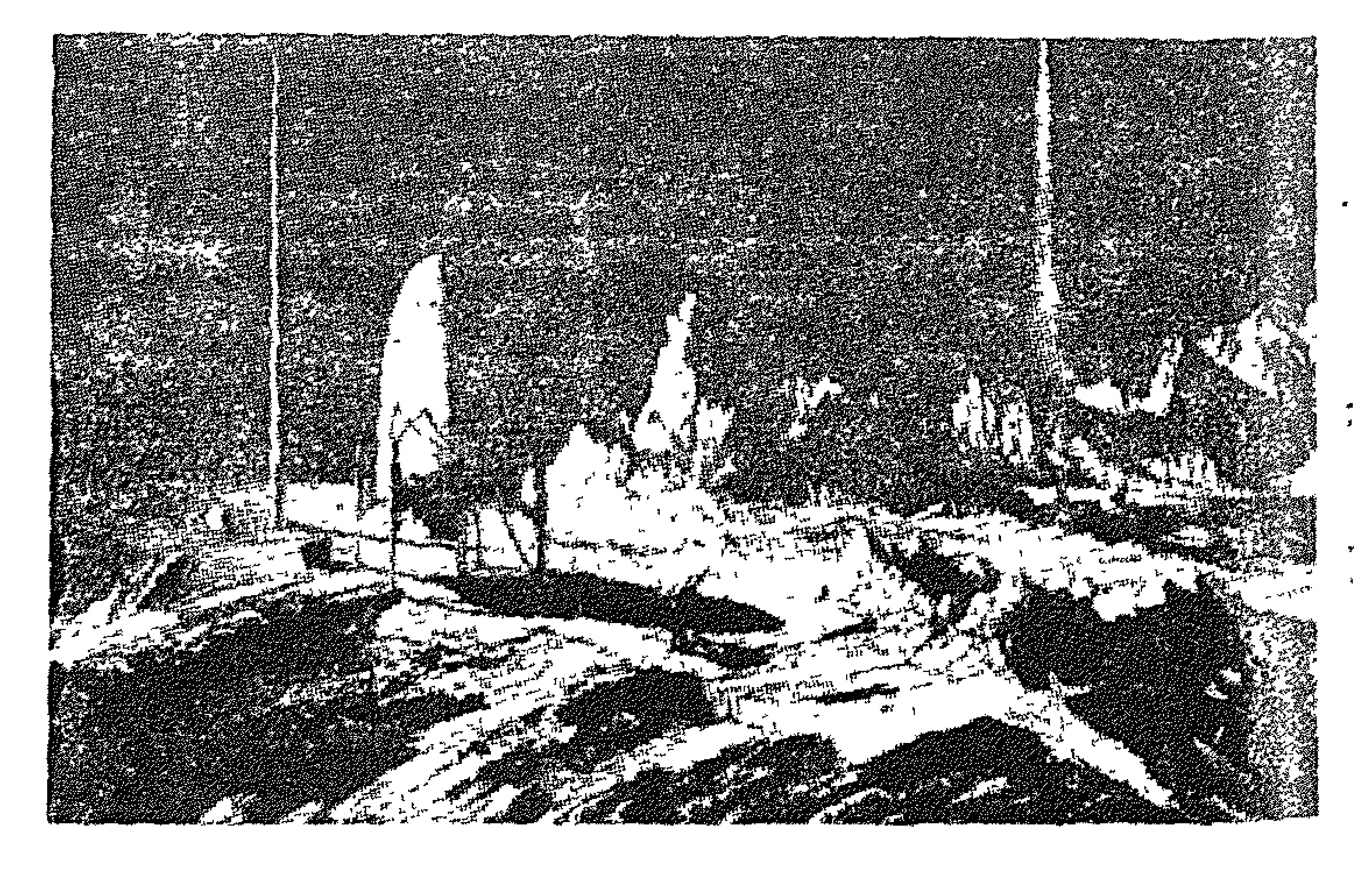
اللوحة ٢ ـ مقطع فى سفينة فضاء قمرية



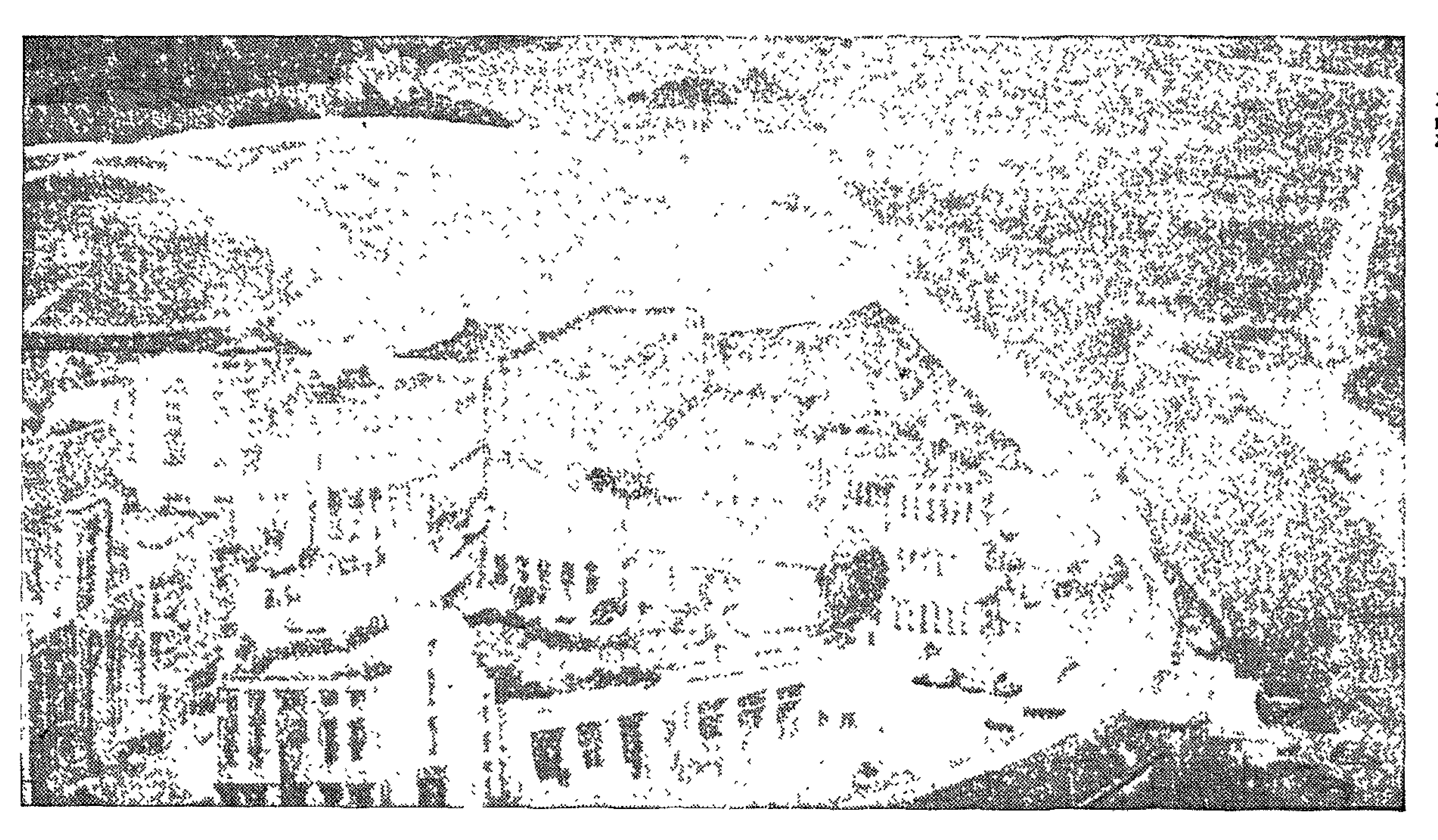
لوحة ٣ ـ التزود بالوقود في المدار الحر



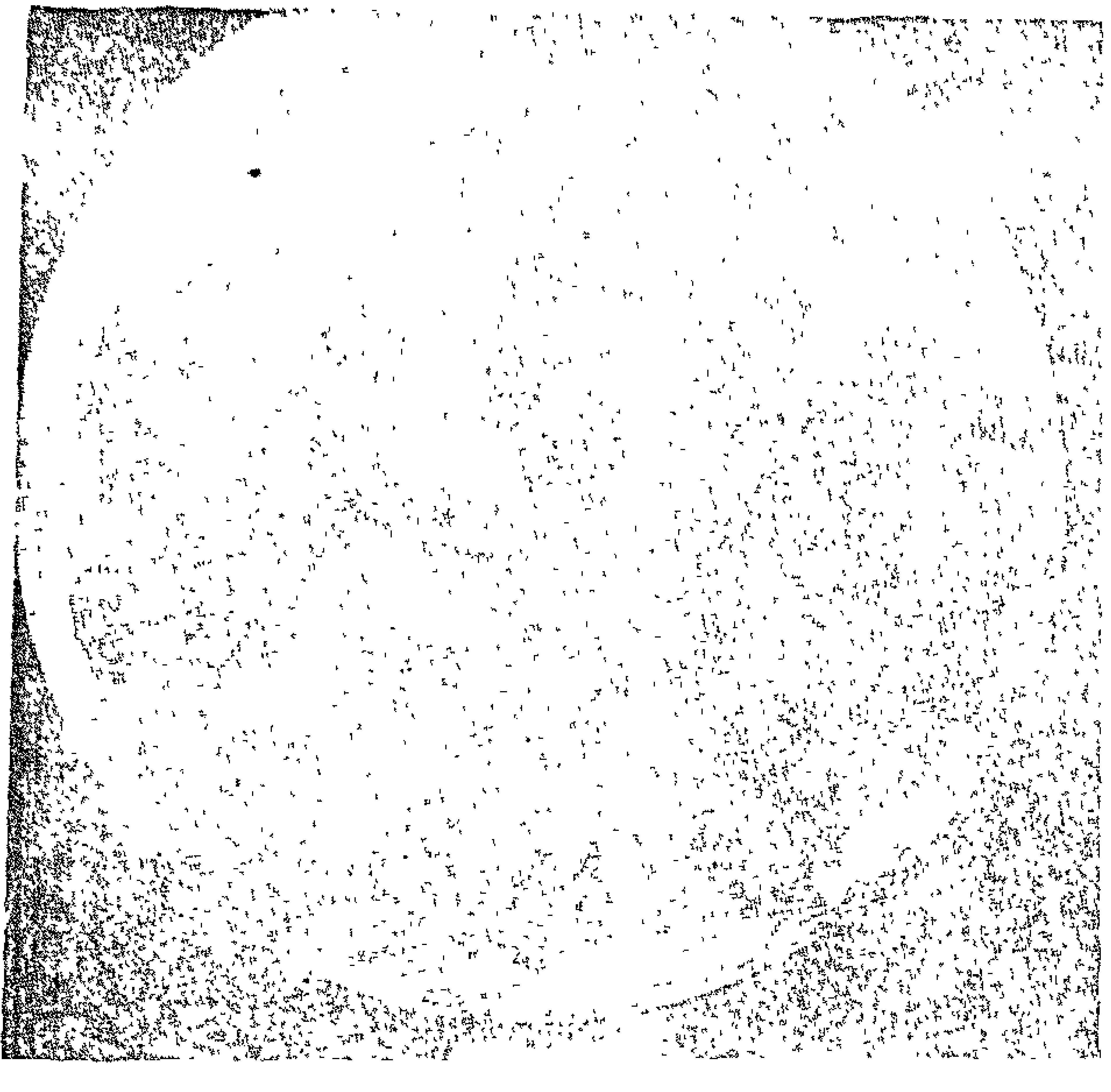
اللوحة ٣ — سفينة الفضاء على القمر

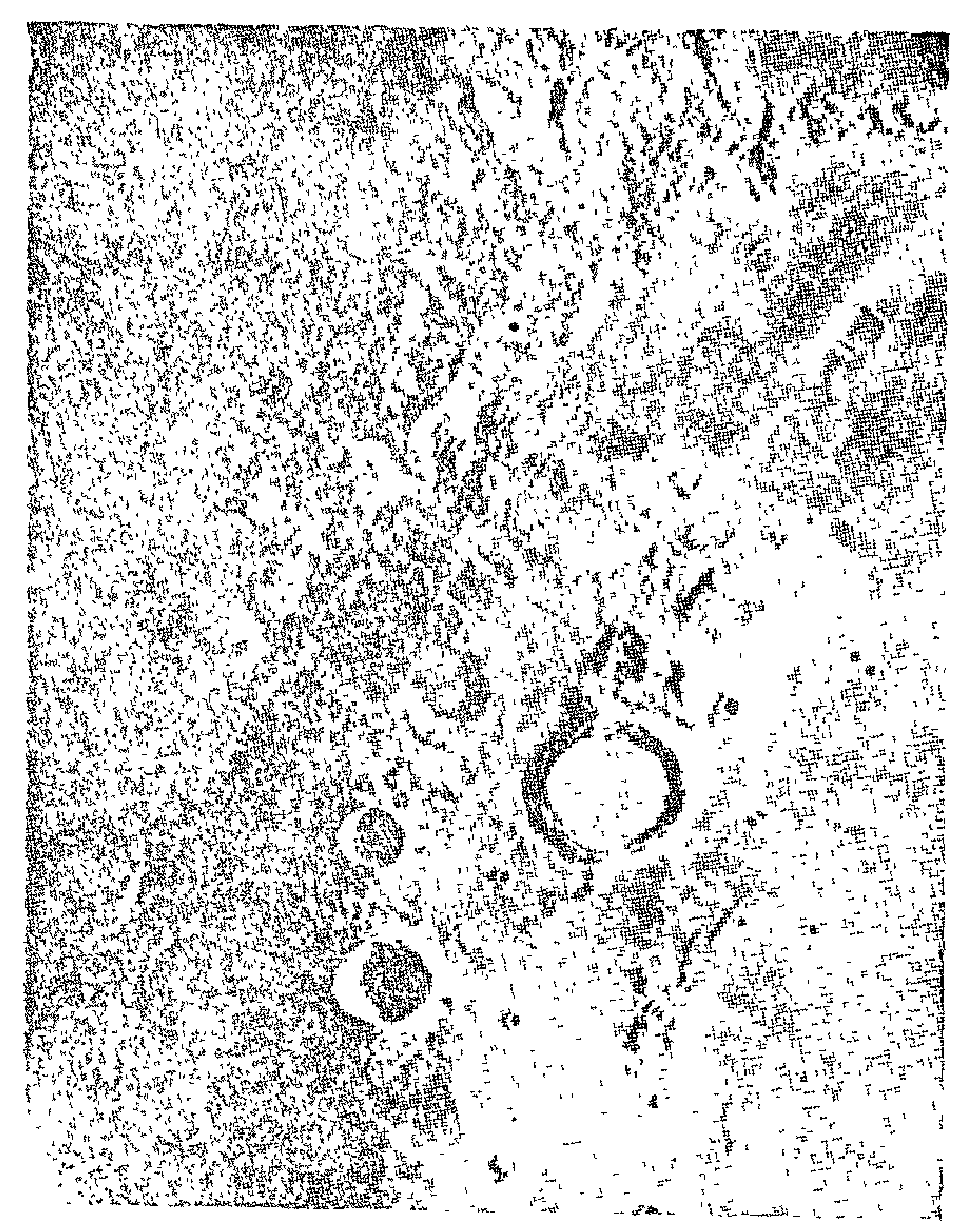


لوحة ٤ — بدلة الفضاء



اللوحة ٥ ـ القاعدة المريخية ..



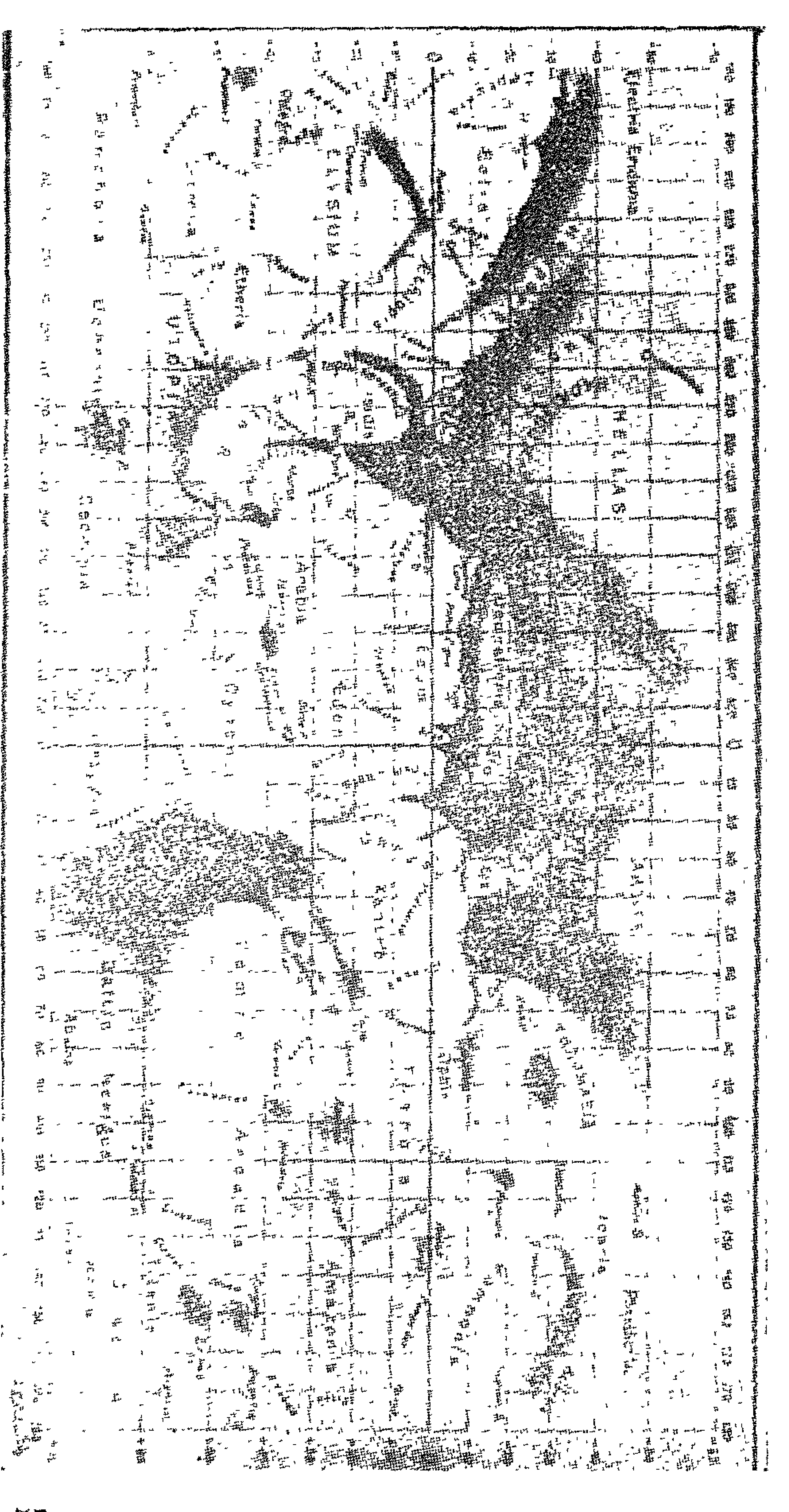


خريطة القمر

اللوحة ٦ ـ منطقة بحر « امبريم »

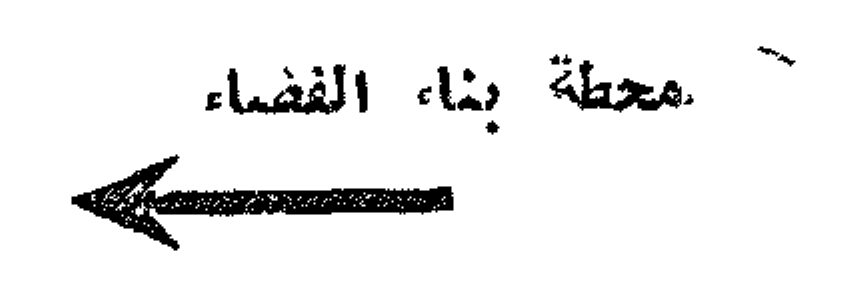


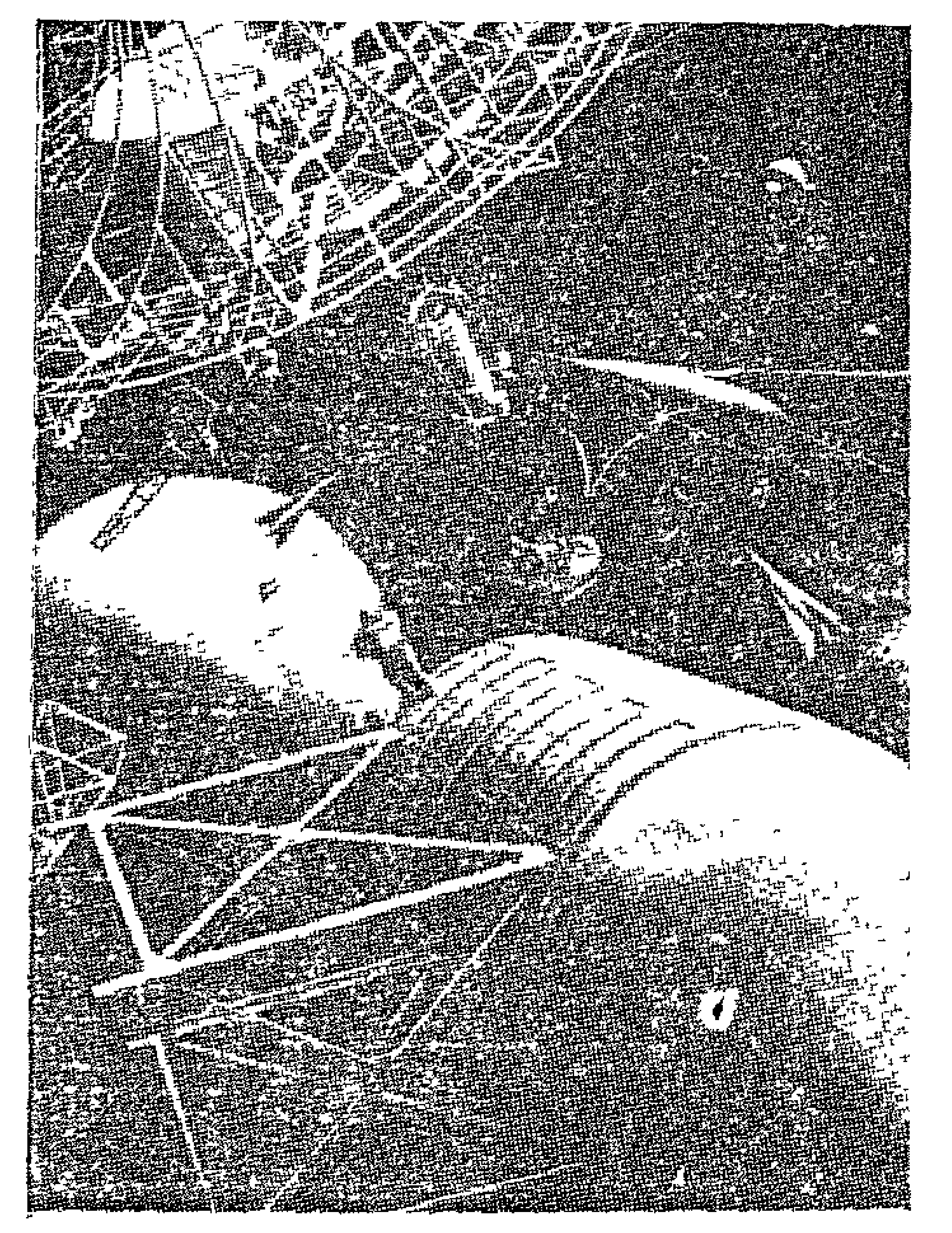
لوحة ٧ — التشكيلات القمرية



لوحة ٨ - خريطة الزيج

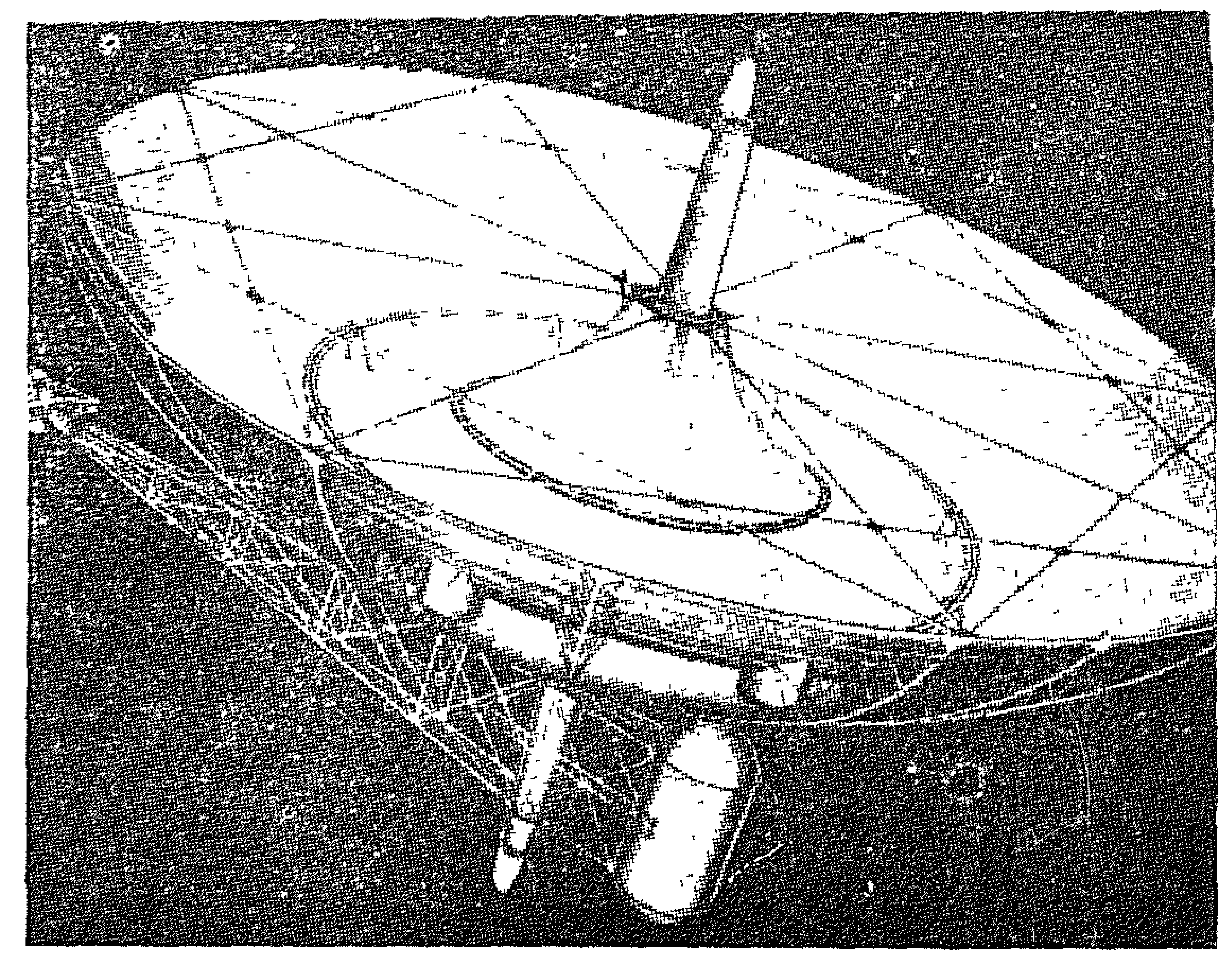
لوحة - ٩ - صاروخ أوتوماتيكى يراقب المريخ

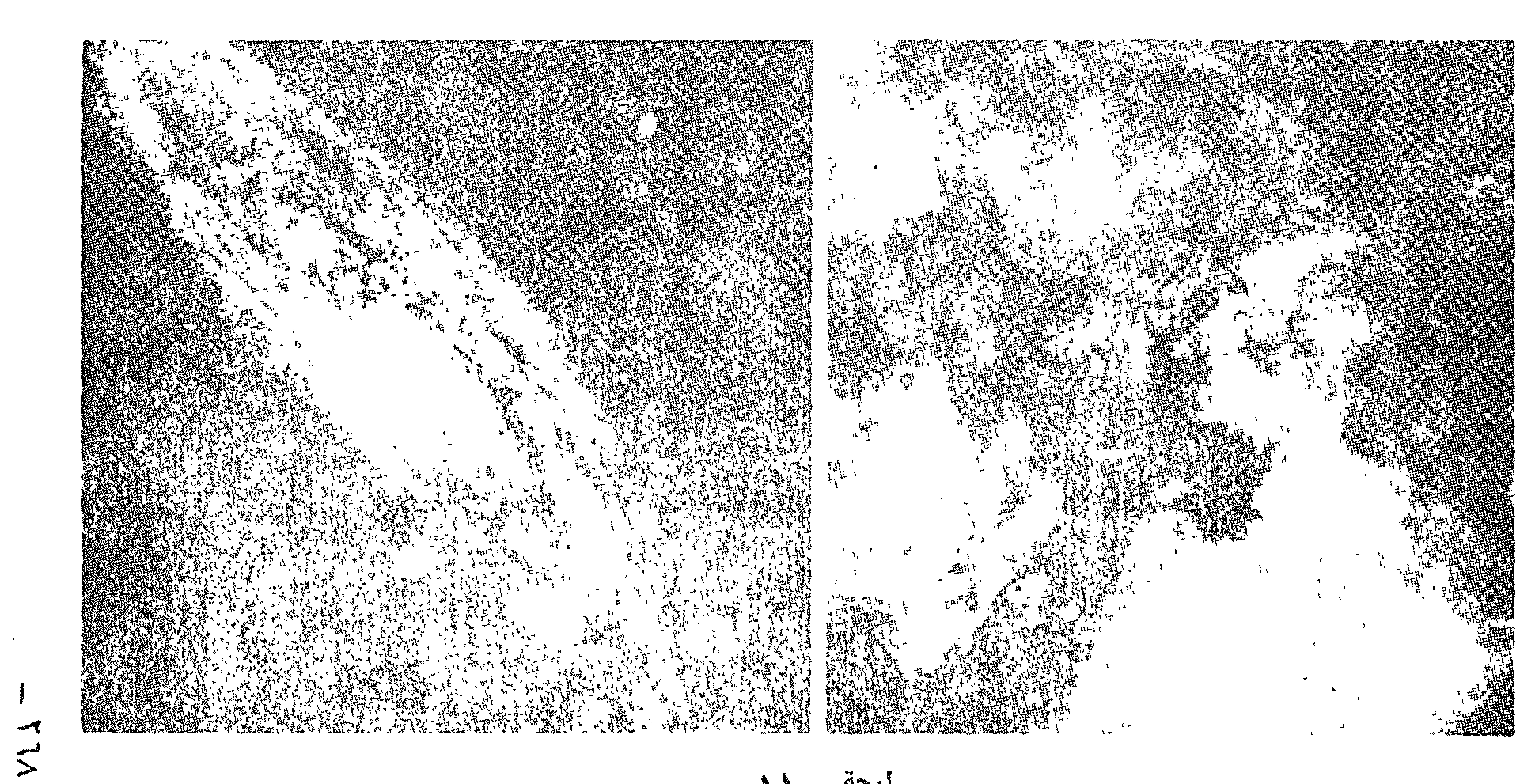






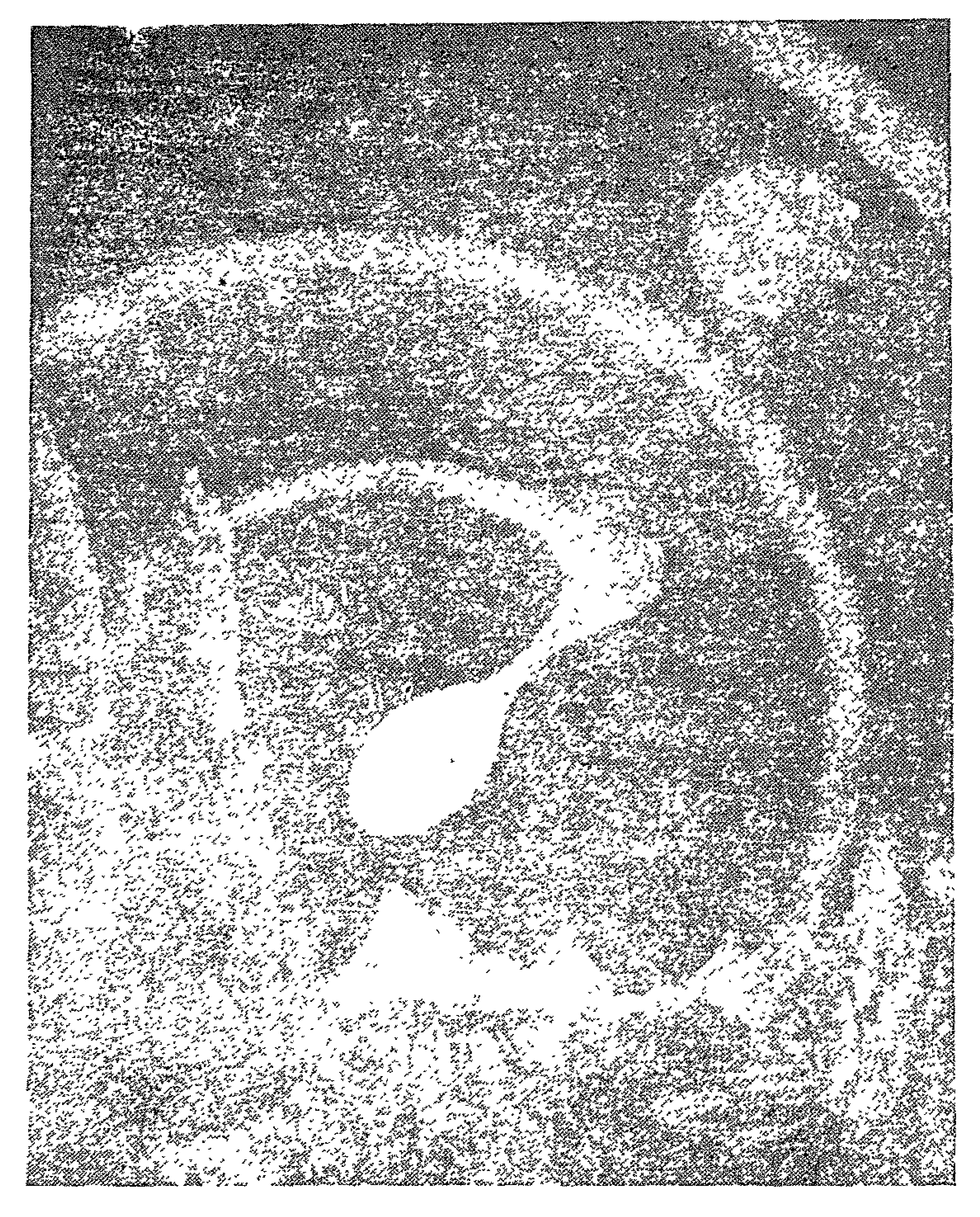
محطة الفضاء





لوحة – ١١

السحب النجمية في « سيغنوس »   سديم « أندروميدا » العظيم



اللوحة ١٢ ـ نظام متعدد الشموس

الفصل السادس عشر

شموس غير شمسنا

تبدو لنا المجموعة الشمسية بما فيها من بضعة كواكب مبعثرة على مسافات شاسعة من الشمس كأنها تتكون من الفضاء المفرغ تقريبا • فاذا نظرنا اليها من وجهة النظر الكونية لوجدناها شيئا صغيرا مزدحما • واذا كانت المسافات بين الكواكب أكبر مليون مرة من المسافات الأرضية فان المسافات بين النجوم أكبر من المسافات بين الكواكب مليون مرة أخرى وحتى الضوء الذى يمكنه أن يصل من الشمس الى بلوتو فى بضع ساعات يستغرق أكثر من أربع سنوات ليصل الى أقرب النجوم ولذلك فليس غريبا ألا يجىء الا فى حقبة متأخرة من تاريخ الفلك اثباتنا أن النجوم ليست فى الحقيقة الا شموسا أخرى تظهر كنقط من الضوء بسبب بعدها الهائل •

وتعد شمسنا نموذجا للنجوم المتوسطة وان كان لمعانها أكثر من المتوسط ، فلا يفوقها فى اللمعان بين أقرب عشرين نجما اليها الا ثلاثة • والغالبية العظمى من هذا العدد أبهت كثيرا

وهي واحدة من عدد كبير ربما يصل الى ۱۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰٫۰۰۰
نجم تكون مجموعة تشبه القرص وتعرف بالمجرة (Galaxy)
ولو استطعنا أن نرى مجرتنا من الخارج لوجدنا أنها تشبه الى
حد كبير الشكل المبين فى (لوحـــة ١١ أ) وهى صـــورة
لسديم اندروميدا الشهير

وتتفاوت النجوم فى الحجم واللمعان تفاوتا هائلا ونحن هنا
نقصد الاختلافات الحقيقية وليست تلك التى يسببها أثر المسافة .
فاذا اتخذنا من شمسنا مقياسا وهو التقليد المتبع لسهولة المقارنة ،
فان أكبر النجوم المعروفة ذات قطر أكبر من قطر الشمس
ألف مرة . أى انها تستطيع أن تحتوى على مدارات الكواكب
جميعا حتى زحل ! ومن الجهة الأخرى يصل قطر أصغـــر
النجوم الى جــزء من مائة جــزء من قطر الشمس وهى بذلك
أصغر من الأرض .

أما التفاوت فى قوة الاضاءة بين النجوم فهو أكبر من ذلك
فهناك نجوم تفوق الشمس فى اللمعان عشرة آلاف مرة . كما
أن هنــاك نجوما أضعف منهــا عشرة آلاف مرة ومــع هـــذه
الاختلافات فى اللمعان (Brightness) توجد اختلافات فى
الألوان . وشمسنا التى نعتبر ضوءها « طبيعيا » هى فى الحقيقة
نجم يميل الى الاصفرار . وتضىء أكثر النجوم حرارة بضوء
أبيض يميل الى الزرقة براق ، وأغلب اشعاعها لا يظهر لنـا
لوقوعه فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية . واليـــكم ألوان

النجوم بترتيب انخفاض درجات حرارتها : أبيض بصفرة ـ أصـــفر ـ أصفر برتقالى ـ برتقالى ـ أحمر برتقالى غامق •
وهناك شموس لها جميع الألوان المتوسطة الممكنة • فمنهاالذهبى والأزرق والأخضر والتـوبازى والزمردى ـ حتى ان بعض تجمعات النجوم الكبيرة تبدو فى التلسكوب مثل مجموعات من الجواهر المنثورة تلمع فى سواد الفضاء •

وهناك ثمانية من النجوم (ومنها اثنان مزدوجان) تقع فى مدى عشر سنوات ضوئية من الشمس (وهذه الوحـــدة هى المســافة التى يقطعـــها الضــــوء فى سنة وتســاوى ٠٠٠٠ر٠٠٠٠ر٠٠٠٠ر٨٨٠ر٥ ميلا وهى وحدة مناسبـــــة لقياس المسافات بين النجوم ولا نرى من جيراننا الثمانية دون تلسكوب فى نصف الكرة الشمالى الا واحدا وهو الشعرى اليمانيـة أو سيريوس (Sirius) ، وهو ألمع نجم فى السماء·ويبعد عنا نحو تسع سنوات ضوئية • وأقرب النجوم الينا هو بروكسيمـــا سنتاورى (Proxima) Centauri) الباهت جدا ولا يرى بالعـين المجردة رغم أن بعده ٢ر٤ سنين ضوئية فقط •

وتقع شمسنا فى منطقة آهلة بالنجوم من المجرة وان كانت بعيدة عن مركزها • وفى الليالى الصافية غير المقمرة تبـــدو السماء مليئة بنجوم موزعة بانتظام على السماء كلها تقريبا وبينها شريط باهت هو نهر المجرة • وقد ظل هذا القـــوس الباهت من الضوء الذى يستمر حول نصف الكرة الجنوبى وبذلك

يقسم السماء الى قسمين متساويين تقريبا لغزا غامضا للبشر حتى أظهر اختراع التلسكوب أنه يتكون من ملايين النجوم الخافتة • ونحن نعرف الآن ان خفوتها يرجع الى البعد فحسب • أما السبب في أنها تكون شريطا متصلا حول الأرض فيرجع الى وضعنا في الفضاء فعندما ننظر الى المجرة فاننا ننظر في اتجاه المحــور الأعظم للمجمــوعة النجميــة فنرى النجــوم في صــفوف متراصة تمتد الى مدى البصر أو التلسكوب • واذا نظرنا الى أى اتجاه آخر فان نظرنا يخترق سمك قرص المجرة الرقيق نسبيا ولذلك لا نرى الا عددا بسيطا من النجوم ويليها الفراغ الواسع الذى تسبح فيه الأكوان المنعزلة الأخرى • واذا نظرت مرة أخرى الى اللوحة (١١ « أ ») ستحقق على الفور من أن أى شخص يعيش على كوكب في أطراف السديم أندروميدا سيرى نطاقا مشابها من النجوم حول السماء •

ويقع قلب مجرتنا حيث تتكاثف النجوم في اتجاه البــرج ساجيتاريوس (Sagittarius) واللوحة ١١ ب تعطى فكرة عن سحب النجوم الكبيرة في احدى المناطق الكثيفة من المجرة •• وهى تحتوى بالاضافة الى الشموس على سحب هائلة من الغاز المضىء ـ ربما كان هو المادة الخــام التى تصنع منهــا النجوم •

ودراسة النجوم فى حد ذاتها هواية خلابة لا حدود لهــا ، ولكننا من وجهة نظر السفر في الفضاء لانهتم الا بالكواكب • ولسوء الحظ لا يظهر أكبر الكواكب على مسافة بضــع سـنين

ضوئية بحيث اننا لا نملك وسيلة نعــرف بهـا ما اذا كـان لبروكسيما سنتاورى وهو أقرب النجوم الينا كواكب أم لا • ولهذا فمن المحتمل أن يتحدد رأينا فى وجود الكواكب فى الكون فى الوقت الحاضر طبقا لنظرتنا الى المجموعة الشمسية كظاهرة عادية فى الكون أو كفلتة فلكية •

وقد كان الرأى الأخير سائدا حتى وقت قريب ، لأن الظروف الوحيدة التى يمكن أن يتصور تكون المجموعة الشمسية فيها كانت تتطلب فى الظاهر احداثا غير عادية كاقتراب نجمـين حتى يكادا أن يصطدما • أما الآن فتسود نظرة مختلفة تماما ، ومع أننا لا زلنا أبعد ما نكون عن معرفة كيف تكونت الكواكب، الا أن هناك شعورا بأن الكثير من النجوم ان لم يكن أغلبهـا لها كواكب • ولا شك أن هناك عشرات الآلاف منها بين نجوم مجرتنا وحدها التى يبلغ عــددها ۰۰۰ر۰۰۰ر۰۰۰ر۱۰۰ ولكننا لا نعرف وسيلة نكتشف بها أى النجوم تمتلك كواكب وأيها بدون كواكب ، وقد تحل هذه المشكلة حين نتمكن من بناء المراصد فى الفضاء •

وهناك حالة أو حالتان استثنائيتان وجدنا فيها أدلة على وجود أجسام فى حجم الكواكب تدور حول نجوم أخرى • وأول ما اكتشف منها كان فى مجموعة النجم المـزدوج ٦١ سيغنى (61 Cygni) ويبعد عنا بنحو ١١ سنة ضوئية • فقــد درس هذا الزوج من النجوم الخافتة بدقــة لمــدة تزيد عن قرن

واستنتج من حركات أحدهما وجود جسم ثالث وتبلغ كتلة الجسم ١٥ مرة قدر كتلة المشترى أو ٥٠٠٠ مرة قدر الأرض وهو يبدو أصغر من أن يكون نجما ، ولذلك فقد يكون كوكبا كبيرا جدا •

أما العوالم الصغيرة التى فى حجم الأرض فمن الواضح أننا لا نستطيع اكتشافها بوساطة الاضطرابات التى يسببها جاذبيتها ولكن اكتشاف قليل من الكواكب الجبارة بهذه الطريقة يعد خطوة هامة الى الأمام دون شك • وعلى الخصوص لأنها تنفى الفكرة القديمة بأنه لا يمكن أن توجد الا مجموعة كوكبية أو مجموعتان فى مجرة واحدة ، لأن سينى ٦١ من أقرب جيراننا ، ولا يمكن لو كانت المجموعات الكوكبية ظاهرة نادرة أن يوجد منها اثنان على بعد ١١ سنة ضوئية فقط •

وقد أشرنا عدة مرات الى النجوم المزدوجة ، وقد يحتاج الأمر الى كلمة لايضاح هذا الموضوع ، فشمسنا تجوب الفضاء منفردة فيما عدا كواكبها ، غيرأن شموسا عديدة توجد ازدواجا تدور حول بعضها تحت تأثير جاذبيتها المتبادلة • وهناك تشكيلة هائلة من هذه الشركات • فقد يكون النجمان أحيانا من نوع واحد وقد تكون غير متناسبة فى الحجم حتى ان تشبيهها بفيل يراقص بعوضة ليس بعيدا عن الحقيقة •

وهناك أيضا مجموعات من ثلاث أو أربع أو خمس أو ست شموس أو أكثر لها تشكيلات أخاذة من الألوان ولا

سبب يمنع وجود الكواكب حـــول هذه النجـــوم المتعددة ، والواقع أن هناك حججا مقنعة على وجودها • فنحن لا نعـــرف كيفية تكون النجوم المزدوجة ولكن هذه العملية كيفما كانت فاننا نتوقع أن تترك بعض الحطام الذى قد يتكثف ويصـــبح كواكب • ومدارات مثل هذه الكواكب معقدة جدا وقد لا تتكرر فى بعض الحالات مرتين بحيث تصبح فكرة السنة غـــير ذات موضوع • ومحاولة وضع أى تقويم لمثل هذه العوالم عملية شاقة ، ولكن سكان هذه العوالم يتمتعون على سبيل التعـــويض بسموات لا نستطيع تصور عظمتها وجلالها •

وقد حاولنا فى اللوحة ١٢ أن نصـــور شروق الشمس على كوكب لنجم متعدد ، ويجب أن نؤكد أن هذه الصورة بالرغم مما يبدو فيها من خيال جامح الا أن جميع الأشكال المبينة بها موجودة فعلا فيما عدا المنظر على سطح الكوكب الذى يبدو فى مقدمة الصورة فهو خيالى • ويبرز من وراء الأفق نجم مزدوج من طراز بيتا ليرى (Beta Lyrae) ويتركب من شمســـين كبيرتين جدا وليستا كرويتين كشمسنا فقد تغير شـــكلهما الى شكل بيضاوى بتأثير مجال جاذبيتهما لقربهما الشديد • ويشير المحور الأعظم لهذا البيضاوى فى اتجاه النجم الآخر • ويصل بين النجمين جسر من الأيدروجين المتوهج ينتشر من الشمس الوسطى الى زميلتها الصغرى ثم يكون شكلا حلزونيا يتسع كعجلة من اللهب القرمزى أكبر من مجموعتنا الشمسية كلها •

ومن المحتمل أن يكون كثير من هذه النجوم المزدوجة محاطا بمثل هذه الأغلفة الغازية وهو ما يجعل أى كوكب قريب غير صحى • ولكن هذا النهر من النيران يتشتت على البعد ويفقد خطورته •

وعلى بعد كبير من النجم المزدوج القريب الذى يبدو فى مقدمة الصورة يوجد العضوان الآخران فى هذه المجموعة الرباعية • فالعملاق الأحمر الباهت ويقع أغلب اشعاعه فى منطقة الأشعة تحت الحمراء وبذلك لا يظهر للعين ـ يخفى زميله والأكثر لمعانا • والخسوف هنا جزئى لأن النجم الأبيض الصغير يرى وهو يلمع خلال الطبقات الخارجية المخلخلة لزميله العملاق كما تظهر الشمس خلال الضباب •

وقد يعجب البعض لمعرفتنا لهذه الحقائق حيث ان النجوم جميعا تبدو نقطا من الضوء لا حجم لها حتى فى أكبر التلسكوبات • وفى حالة المجموعات المزدوجة نستطيع أن نكتشف شكل وحجم أفرادها بتحليل التغير فى اللمعان عندما يغطى هذه الأفراد بعضها بعضا بالتبادل ، ويكمل المطياف الذى تستطيع بوساطته قياس سرعة حركة الأجسام المختلفة ما بقى من تفاصيل •

وسيكون منظر السماء فى كوكب يقع بالقرب من منتصف تجمع كروى رائعا كذلك ، وهذا التجمع عبارة عن عدد كبير جدا من النجوم تتقارب عند المركز بحيث لاتبعد الشموس

المختلفة داخلها الا بمسافة ساعات ضوئية بالقياس الى السنوات الضوئية التى تفصل عادة بين النجوم • ولا يمكن أن يوجد شيء كالليل والظلام على أى عوالم تقع عند قلب أى تجمع كروى فان السماء تكون شعلة متواصلة من الضوء المتعدد الألوان تضيع فيه النجوم الفردية نهائيا • وتكون معلومات سكان تلك العوالم عن الفلك محدودة جدا لأنهم لا يستطيعون مراقبة تكوين الكون خلال الستار النجمى الذى يخفيهم عن الفضاء •

وكما رأينا فى اللوحة ١٢ تختلف النجوم كثيرا فيما بينها من ناحية التركيب الطبيعى كما تختلف فى الحجم واللمعان • وبعض جبابرة النجوم مخلخلة لدرجة أنها تقل كثافة عن جو أرضنا مليون مرة ، وقد أطلق عليها اسم « الفراغ الساخن لدرجة الاحمرار » وعلى النقيض منها توجد نجوم تزيد كثافتها آلاف المرات عن كثافة أى مادة على سطح الأرض • وخير مثال معروف لهذه « الأقزام البيضاء » هو رفيق الشعرى اليمانية وتبلغ كثافته قدر كثافة الرصاص ستة آلاف مرة • فما يملأ علبة ثقاب من مادة هذا النجم يزن طنين ـ ويجب أن نشير الى أن أحدا لو حصل بطريقة سحرية على ملء علبة ثقاب منها فانها لن تبقى بهذا الحجم جزءا من المليون من الثانية، فهذه الكثافة تنتج عن الحرارة والضغط الهائلين داخل النجم ، فلو أزيل هذان لانفجرت المادة بقوة تفوق قوة القنبلة الذرية بمراحل •

وأحيانا ما يحدث شيء من هذا القبيل ، فكثيرا ما تشـــاهد النجوم المتفجرة (الجديدة Novae) • وفي فترات نادرة قد تصبح جرما لامعا بارزا في السماء • واحداها وهي جـــديدة تيخو سنة ١٥٧٢ (Tycho's Nova) كانت لامعة لدرجة أنهـا ظلت ظاهرة في ضوء النهار الساطع لبضعة أسابيع •

ولا يعرف أحد سبب هذه الانفجارات النجمية الجبـارة • وفي حالاتها القصوى قد يتزايد لمعان النجم خلال بضع ساعات مائة مليـون مرة حتى ليفوق شـــموس مجـرته مجتمعـة في اللمعان لفترة قصيرة • وهذا النوع ويسمى (فائقة الجـــدة) (Supernova) نادر نسبيا • ولكن النجوم المتفجرة العادية شائعة بل ان هناك نظرية مبهجة تقول بتفجر الشموس جميعـا في مرحلة من مراحل تطورها • وعلى أي حال فالنتيجة واحـدة تقريبا بالنسبة لسكان أي كوكب سواء أصبحت شمسهم نجما متفجرا (جديدا) عاديا ، أو نجما متفجرا فوق العادة (فائق الجدة) ، فالفرق في ذلك لا يتجاوز الفرق بين الانصـــــهار البطيء والتبخر السريع •

وهناك عدد من النجوم (المتغيرات (Variables) تتراوح درجة لمعانها في مدى أقل تواضعا • ويبدو بعض هذه النجوم كما لو كانت تنبض مارة بدورات لمعانهـــا في دقـة كبيرة ، والبعض الآخر يتغير دون أي نظام كالنيران الـكبيرة تخمـــد

أحيانا وترتفع ألسنتها لمدة أيام أو حتى أعوام ثم تعـــود الى الخمود ثانية •

وهذه التغيرات مادامت ليست أكبر من اللازم لا تنفي احتمال وجود الحياة على أي كوكب لهذه النجوم ، وتـكون فصـولها معقدة ولكن يمكن التنبؤ بها في حالة المتغيرات المنتظـــمة ، وعشوائية في حالة غير المنتظمة •

ومن الممكن دائما أن توجد كواكب تتراوح درجة حرارتها بين ذوبان الجليد وغليان الماء للنجوم الثابتة اللمعان ، وتكون هذه الكواكب قريبة جدا من بعض النجوم الباردة وبعيدة جدا عن الشموس اللامعة ذات اللون الأبيض المزرق • وهذا يعني أن السنة في أحدها لن تزيد عن بضعة أيام أرضـية بينما تصل في الأخرى الى بضعة آلاف من أعوامنا •

وتتحرك جميع النجوم بما في ذلك شمسنا في الفضـــاء • وليست هذه الحركة ارتجالية تماما ، فان قرص المجرة يدور حول محوره مكتسحا معه النجوم ، ويتم دورة كاملة في نحـو مائتي مليـون سنة • ولهذا فقد دارت الشـــمس منذ تـكون أرضنا نحو ١٢ مرة فقط من دورات المجرة •

ويبلغ قطر هذا القرص من النجوم التي تدور ببطء نحـو ١٠٠ر٠٠٠ سنة ضوئية ويبلغ أكبر سمك له نحو خمس هذا الرقم تقريبا • وفي المنطقة التي تقع فيها شمسنا وتقع على نحو ثلثي المسافة الى الحافة ، يبلغ سمك هذه العدسة الهائـــلة من

النجوم نحـــو ١٠٠ر٠٠٠ سنة ضوئية وان كانت غير محددة تحديدا واضحا بالطبع •

ونستطيع حين ننظر فى اتجاهات بعيدة عن مستوى المجرة ان نرى مسافات شاسعة عبر النجوم المتباعدة المنثورة ، ونرى بذلك المجموعات النجمية الاخرى • وبعضها يواجهنا تمـاما فيدو كعجلة كبيرة من النجوم ونرى بها تركيبات حلزونيـة معقدة لم نعرف لها تفسيرا بعد • والبعض الآخر نراه باتجاه حافته بينما توجد أخرى نراها منحـــرفة بزاوية كســـديم أندروميدا فى اللوحة ١١ وفى هذه اللوحة تظهر بعض النجوم المتناثرة فى المقدمة وهذه شموس قريبة نسبيا من مجموعتنـا المحلية ، ونحن ننظر عبرها خلال الفراغ الشاسع بين المجرة كما ينظر ساكن المدينة خلال أضواء الشوارع فى ضاحيته الى أضواء مدينة أخرى تبعد عنها أميالا عديدة •

ومجرة أندروميدا هى أقرب هذه المجرات الأخرى الينـا وتقع على بعد ٧٠٠ر٠٠٠ سنة ضوئية منا ، ونستطيع أن نرى مجرات أخرى فى أى اتجاه ننظر اليه (ما عـــدا تلك التى تحجبها سحب من المواد المعتمة) حتى مدى التلســـكوب • وتبدو هذه المجموعات فى نفس حجم مجرتنا تقريبا وأبعادها عن بعضها تقع فى المتوسط فى حدود مليون سنة ضوئية • وهنا لا ينطبق القانون الذى كان حتى هذه اللحظة ساريا على بناء الكون ـ فقد قلنا أن المسافات بين كل من النجوم والكواكب

كانت تبلغ آلاف المرات أبعاد هذه الأجسام ، ولكن المسافات بين المجرات تبلغ عشرة أضعاف أقطارها فقط •

وأقصى مدى نصل اليه بأكبر التلسكوبات (وهو التلسكوب العاكس فى مرصد جبل بالومار وقطر فتحته ٢٠٠ بوصة) هو ألف مليون سنة ضوئية • وحتى هذا الحد لم يظهر على المجرات أى تباعد أو تجمع لتكون تركيبا أعقد • ومن المحتمل أن نكون قد وصلنا الى آخر النظام كله ولكننا لا نملك حيال هذا الموضوع الا التخمين ، وربما نحصل فى عشرات الأعوام القادمة على الكثير من المعلومات الجديدة وقد يتخذ نظام الكون على العموم شكلا أكثر وضوحا ، فقد نكتشف أن الفضاء لا نهائى وأن المجرات تمتد فيه الى الأبد ، وقد نكون قد أثبتنا أن الفضاء منحن ومحدود الحجم بحيث يكون العدد الكلى للمجرات محدودا ، وان كان هائلا ولكن هذه المسائل فى أصل الكون تخرج عن نطاق هذا الكتاب فلنعد اذا الى مجرتنا الخاصة •

فلو فرضنا أن لكل شمس واحدة بين ألف شمس نظاما كوكبيا ـ وقد يكون هذا التقدير منخفضا جدا ـ فيبلغ عدد المجموعات الشمسية فى مجرتنا فقط مائة مليون • وبين هذا العدد لا نشك فى أن الحياة ستوجد على كثير من العوالم من نوع ما، وسيكون منها الكثير ممن تماثل أحواله الطبيعية أحوال الأرض •

وما دمنا لا نعرف كيف نشأت الحياة على كوكبنا فاننـــا لا نستطيع أن نصل الى أى نتائج مجدية عن حقيقة وجودها على عوالم أخرى افترضنا وجودها • ومع ذلك فأهم ما تعلمناه من علم الفلك الحديث هو أن وضعنا فى الكون ليس غريبـــا أو مميزا بأى شكل من الأشكال • وقدنعتبر أنفسنا ـ والحق معنا ـ أسياد الأرض ولكننا لا نستطيع بحال أن نتوقع ألا نجدمنافسين لنا فى الفضاء كله ـ بل وحتى فى ركننا من المجرة •

وتدل الدلائل الجيولوجية على أن الأرض تكونت من ٣٠٠٠ مليون عام • ومن المحتمل أن تكون الكواكب الأخرى قـــد ولدت فى نفس الوقت تقريبا • ولم يظهر الانسان على الأرض الا لأقل من جزء من ألف جزء من هذه الفترة مع أن الحيـاة الانسانية كانت تستطيع أن تزدهر أغلب هذه الفترة من وجهة النظر المناخية لو وجدت • ولكن العقل ، لسبب من الأسـباب لم يظهر على مسرح الحياة الا فى الثانية الأخيرة من مسرحيـة استمرت ساعة •

وقد تكون الحياة قد ظهرت قبل ذلك بكثير فى مـكان آخـر من الكون وربما فى مجموعتنا الشمسية ـ فعندماننظر الى تاريخ الانسانية ونقارنه بأعمار النجوم لا نملك الا الاســـتنتاج بأن جنسنا من أصغر الأجناس سنا فى الفضاء • ولا نستطيع أن نتأكد من ذلك بالطبـــع ، ولـكنه أمـر مرجح الاحتمـــال • فاذا كنا نؤمن بأن الحياة ظاهرة مميزة للكون وليست مرضا نادرا

أصاب حفنة من العوالم التافهة ، فالنتيجة المحتومة لذلك هى وجود بعض الأجناس تكبرنا سنا وتفوقنا تقدما على الأقل •

وسواء كان هذا الفرض صحيحا أو خاطئا فهذه من المسائل الهامة فى الفلسفة ، ولكن أحدا لم يجابه هذه المسألة تقريبا • وربما كان ذلك لما تنطوى عليه من نتائج هائلة ـ وربما مهينة• وقد يكون ذلك لشعورنا بأن النجوم ستبقى الى الأبد بعيدة عن متناول أيدينا ولن يكون لهذا الأمر أهميه عملية •

وكثير من المؤمنين بامكان السفر بين الكواكب يعتنقون هذا الرأى الأخير ، ومع ذلك فمن العجيب أن نرى كيف يثار موضوع السفر بين النجوم كثيرا حتى بين المهندسين والعلماء البعيدين عن الخيال ، فهو لا يثار بطريقة مباشرة ! فمن النادر أن تسمعهم يقولون « نعم انى أومن أننا سنستطيع فى النهاية أن نصل الى النجوم كما سنصل الى الكواكب » ولكنهم يهبون ثائرين لو حاول أحد أن يثبت استحالة ذلك نهائيا ويقدمون من الحسابات ما يفحم النقاد •

وسنبحث فى الفصل القادم ماذا يعنى السفر الى النجوم • وللقارىء مطلق الحرية فى أن يعتبر هذا مجرد تمرين عقلى ـ أو بحثا للامكانيات النهائية مهما كانت تبدو بعيدة الاحتمال • ولكننا نعتقد أن هذه الامكانيات يجب أن تبحث ولو لمحاولة اكتشاف الحدود النهائية للسفر فى الفضاء •

الفصل السابع عشر

الى النجوم

لا يتطلب ارسال سفينة فضاء الى النجوم من الطاقة أكثـر بكثير مما تتطلبه الرحلات بين الكواكب لو كان عامل الزمن ليس ذا أهمية • فالصاروخ الذى يترك الأرض بسرعة خمسة عشر ميلا فى الثانية يظل محتفظا بـ ١١ ميلا/الثانية من سرعته بعد أن يفلت من المجموعة الشمسية نهائيا • فاذا صوب فى الاتجاه الصحيح فانه يصل الى أى نجم من النجوم القريبـة (لو أغفلنا مؤقتا أن النجوم ذاتها تتحرك بسرعات عدة أميال فى الثانية) • وتستغرق الرحلة الى بروكسيما سنتاورى وقتا يزيد عن ٧٠٫٠٠٠ عام بقليل • ومع أن مدنية بلغ بعد نظرها حدا كبيرا قد تعتقد بأنه من المفيد أن تبعث برسائل الى النجوم القريبة على أمل أن تحصل على نوع معين من الرد بعد بضعة مئات الآلاف من السنين ، الا أن هذا ليس ما نعنيه عندما نتكلم عن السفر الى النجوم ••

ومن الواضح أننا سنحتاج الى سرعات كبيرة تقرب من سرعة

الضوء اذا أردنا الوصول الى أقرب النحوم فى مدى حيـــاة الانسان • وكما ذكرنا فهناك عشر مجموعات شمسية فى مدى عشر سنين ضوئية من الشمس فاذا كانت لدينا طاقة غير محدودة فلا يوجد نظريا ما يمنع من الوصول الى هذه السرعات ، وهى اليوم بعيدة عن أيدينا كما كانت سرعات الصواريخ الحاليـة بعيدة عن متناول بناة أول محركات بخارية • فسرعة الضــوء هى ٦٧٠ر٠٠٠ر٠٠٠ ميل/الساعة وقد رأينا مدى صــــعوبة الحصول على سرعة ٢٥ر٠٠٠ ميل/الســاعة المتواضـعة اللازمة للسفر بين الكواكب • ومن الواضح أنناسنتطلب طريقة جديدة للاندفاع مقرونة بمصدر للطاقة أقوى من أى شىء يتراءى لنا فى الوقت الحاضر بكثير قبل أن يدخل السفر بين النجوم فى مجال الدرس الجدى •

وليس محتملا أن يظل الصاروخ دائما ســيد الفضـاء دون منازع ، فان عيوبه كثيرة وبادية للعيان ، فاذا ظهرت لمـــلاحى الفضاء أى وسيلة أفضل منه فسيتعلقون بها فى فرح • ومـع هذا فقد تلعب بعض الأنواع من الاندفاع الصـــاروخى دورا فى نقل الانسان الى النجوم ، فبعد الصاروخ الكيمائى والذرى ستأتى الصواريخ الكهربائية أو الأيونية ، وهى جهاز نستطيع أن نتبين خطوطه العريضة من الآن • فمن الممكن باستعمـــال المجالات الكهربائية والمغنطيسية المناســـبة اكتساب الجزيئـات المشحونة (الأيونات) سرعات قريبة من سرعة الضوء ، وقـد

يعمل بشعاع من هذه الأيونات كنفاثة للصاروخ وينتج بذلك الدفع ـ وهناك بالفعل تجربة معروفة تجرى فى المعمل لاظهار هذا المبدأ • والدفع الناتج عن التيارات والقدرات العادية ضئيل تافه ، ولكن لا توجد أسباب أساسية تمنع من تطوير وتنمية هذا الجهاز لإستخدامه فى الإندفاع ـ وخاصة فى الظروف السائدة فى الفضاء •

ولا بد أن يكون لدينا مصدر عالى الكفاءة للطاقة النووية لكى نحصل على سرعات عالية حقا ، فالأنواع التى توجد لدينا من هذه المصادر تكون عديمة النفع فى هذه الحالة • فالأمر يحتاج الى وسيلة لاطلاق نسبة عالية من الطاقة الموجودة فى المادة (وليس ذلك الجزء من مائة الذى نستطيع تحريره منها حتى الآن) ثم نقل هذه الطاقة بخسائر تافهة الى الشعاع الأيونى • ولا نعرف أى طريقة للقيام بذلك ، ولكنه لا يتضمن أى استحالة كامنة • وفى الحالة القصوى يكون لدينا صاروخ يتكون عادمه من الضوء كلية « بانارة » الوقود تماما أى بتحويله الكامل الى طاقة • وفى الظروف المعتادة يكون دفع الضوء ضئيلا جدا ومع ذلك فحتى المصباح الكهربائى الصغير يعطى دفعة بالغة الصغر ولا يمكن قياسها عندما نحرك مفتاحه •

أما السرعة التى سيتحرك بها الصاروخ نفسه فتتوقف على كمية الوقود التى يحملها وان كانت القوانين التى تنطبق فى هذه الحالة أكثر تعقيدا مما وضحنا فى الفصل الثالث طبقا

لنظرية النسبية • وعندما ندخل أثر النسبية فى حسابنا نجد أن صاروخاتتكون ٩٠٪ من كتلته من الوقودالذى يتحول بأكمله الى اشعاع قد وصل عند نفاد وقوده الى سرعة تساوى ٩٨٪ من سرعة الضوء أو حوالى ستمائة مليون ميل فى الساعة • وبهذه السرعة يصل الى أقرب النجوم فى أربع سنين وثلاثة أرباع السنة • وقد بدأنا الآن نتكلم عن سرعات كبيرة لدرجة أن فترة التسارع (التى كنا نهملها فى حالة الطيران بين الكواكب) يجب أن تدخل فى اعتبارنا الآن • ويزيد هذا من زمن الرحلة بعامل كبير وفى الرحلات القصيرة بين النجوم قد نحتاج لبدء التقصير (أو التسارع العكسى) قبل أن نصل الى سرعة الضوء بكثير •

ومن المعروف أن أشياء غريبة تبدأ فى الحدوث عند السرعات القريبة من سرعة الضوء وقد أشار اليها أينشتين (Einstein) عندما وضع النظرية الخاصة للنسبية • وقد أثبتتها التجارب العلمية فى بعض الحالات من ذلك الوقت • والتأثيرات التى تهمنا هنا تتعلق بكتلة سفينة الفضاء والمقياس الزمنى لركابها •

وتزداد كتلة الجسم بازدياد سرعته ولا يمكن قياس هذا التأثير لضآلته فى السرعات المنخفضة ويظل مهملا فى سرعات تبلغ عدة آلاف من الأميال فى الثانية ولكنه يصبح بالغ الأهمية اذا اقتربنا من سرعة الضوء وعند سرعة الضوء ذاتها تصبح كتلة الجسم لا نهائية • وهذه بالطبع ليست الا طريقة أخرى

للقول بأن سرعة الضوء لا يمكن الوصول اليها فعلا وان كنا نستطيع الإقتراب منها كما نشاء • ومثلها في ذلك مثل درجة الصفر المطلق في الحرارة •

وبالاضافة الى زيادة الكتلة فهناك أيضـــا ما يسمى بامتداد الوقت فاذا استطعنا مقارنة الدقيقة على سفينة الفضاء بدقيقـــة على الأرض فانها تبدو أطول ، وهذا التأثير أيضا ضئيل عـلى السرعات العادية ، ولكنه يصبح هائلا عندما نقترب من سرعة الضوء ، وعلى هذه السرعة النهائية نفسها يبدو أن الزمن قـد توقف حقيقة •

ومن هذا نرى أن تأثير النسبية هذا يعمـــل في الاتجـــاه الصحيح فيما يختص بالمسافرين الى النجوم فهو يقلل من زمن الرحلة من وجهة نظرهم ، ولكن يجب أن ندرك أن هـــذا الانكماش في الزمن لا يصبح ذا بال الا على سرعات تزيد عن نصف سرعة الضوء : أى أكثر من ٣٠٠ مليـــون ميـــل في الساعة •

ولنأخذ مثالا فعليا كحالة سفينة الفضاء التى ذكرناها والتى تصل الى سرعة تساوى ٩٨٪ من سرعة الضوء بتحويل ٩٠٪ من كتلتها الى اشعاع • ولنفرض أن هذه السفينة تركت الأرض بتسارع قدره جاذبيتان واحتفظت بهذا التسارع حتى الوصول الى سرعتها النهائية • فلا تزيد فترة التسارع من وجهة نظـر الطـــاقم عن سنة الا قليلا • ولكنها تكون قد استمرت في

النسارع لمدة خمس سنوات ونصف من وجهة نظر المراقب على الأرض ٠

وقد قام الدكتور **زنجر** (Singer) الخبير الألمانى المعروف فى الصواريخ بعمل حسابات لحالة أكثر تطرفا كمسألة نظرية فحسب ، وهو يأخذ حالة سفينة للفضاء تطوف حول الكون كلهوقد افترض أن هذايمثل مسافة قدرها ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٠ سنة ضوئية ، فاذا كانت السفينة تستطيع الوصول الى سرعة قدرها ٩٩٩٦ر٩٩٩ر٩٩٩ر ٩٩٩ر٩٩٩ر٩٩٩ر ٩٩٪ من سرعة الضوء فان طاقم السفينة سيعتقدون أن الرحلة دامت ٣٣ سنة غير أن ٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر١٠ سنة تكون قد مرت على الأرض قبل أن يعودوا اليها (اذا كانت لا تزال على قيد الوجود) ٠ ولما كانت هذه العملية تتطلب تحويل كتلة من المادة تقرب من كتلة القمر الى طاقة تحويلا كاملا فقد استنتج زنجر فى النهاية أنها تفوق حدود ما قد يكون ممكنا فيه ٠

وقد نستطيع الوصول الى نجوم تصل أبعادها الى عشرين أو ثلاثين سنة ضوئية فى مدى حياة الانسان الواحد نظريا دون الالتجاء الى مثل هذه الحالة القصوى ٠ ولا تتضمن هذه الفكرة أى استحالات رياضية أو مادية كما لن تتطلب العملية كميات ضخمة من المادة لو استطعنا الوصول الى التحويل الكامل للمادة الى طاقة ٠ ومع أننا لا نعرف كيف يمكن لهذا أن يتم فى الوقت الحاضر الا أننا يجب أن نذكر أن الطبيعة النووية مازالت فى المهد ٠

ولما كان السفر في الفضاء لمدة عشرات من السنين تجربة شاقة حتى بالنسبة لأكثر ملاحي الفضاء تحمسا فلا يسعنا الا أن نتساءل عما اذا كانت العلوم الطبية قد تسارع بانقاذنا بنوع من أنواع الايقاف المؤقت للحياة . وهذا احتمال نظرى آخر ما يزال خارج نطاق امكانيات الوقت الحاضر . فاذا أصبح ذلك ممكنا فانه سيزيد من مدى السفر في الفضاء الى ما لا نهاية تقريبا ـ هذا على فرض أن هناك مسافرين يقبلون الرجوع الى الأرض بعد مضى أجيال من رحيلهم عندما يكون كل معارفهم قد ماتوا والمجتمع نفسه قد تغير وجهه تماما .

وقد اقترح برنال في كتابه الذى ذكرناه من قبل أن تستخدم عوالم صناعية متحركة تحمل شعوبا كاملة فى رحلات قد تستمر قرونا بين الكواكب . ومن هذه الجهة نكون نحن مسافرين بين النجوم بوجودنا على هذا الكوكب ، وان كانت رحلتنا اجبارية لانعرف لها مقصدا ولا نقطة بداية . ويمكن لمثل هذه الكويكبات الموجهة أن تسير بجزء ضئيل من سرعة الضوء ولن يكون بها انكماش محسوس للزمن . ويعود أحفاد المسافرين الذين بدأوا الرحلة للجيل الخامس أو العاشر الى الأرض بعد رحلة الى النجوم القريبة . ومع ذلك فمن العسير أن نرى كيف نستطيع اكتشاف جزء كبير من الكون بهذه الطريقة حيث ان الرحلة من أحد أطراف المجرة الى الطرف الآخر ستستغرق ملايين السنين .

وحتى لو سلمنا بوجود المصدر اللازم للطاقة فقد نتساءل عما اذا كانت هذه السرعات الهائلة ممكنة التحقيق ماديا بالرغم من وجود الغاز بين النجمى الذى ذكرناه فى الفصل التاسع والمواد النيزكية الصلبة فى الفضاء ؟ وبالنسبة للأخيرة تثبت الحسابات أن خطرها يمكن اغفاله كما لا يبدو أن الأيدروجين بين النجمى سيكون خطيرا الا على سرعات تقرب جدا من سرعة الضوء ، وقد نحتاج عندئذ لاستعمال طريقة للوقاية .

ولن يغير التحليل السابق كثيرا اكتشاف أنواع أخرى من طرق الاندفاع . وقد نتمكن فى يوم من الأيام بعد أن نكون قد فهمنا شيئا عن طبيعة الجاذبية وتكوين الفضاء أن ننتج واحدا من طرق « دفع الفضاء » المحبوبة لدى كتاب القصص العلمى ، ولهذا الدفع لمعرفة من لا يعرف الكثير عن الخرافات المعاصرة مزية عظيمة ، وهى أن القوى التى ينتجها تعمل بانتظام على كل ذرة داخل سفينة الفضاء ، وبذلك يمكن استخدام أى تسارع دون احداث أى ضغط على الركاب ، فحتى لو كان تسارع السفينة ألف جاذبية فسيستمر الركاب بالشعور بعدم الوزن .

وليس هذا الرأى سخيفا فى حد ذاته ، والواقع أن هذا هو ما يحدثه أى مجال للجاذبية فاذا كان المرء يسقط نحو المشترى سقوطا حرا خارج جو الكوكب بقليل فانه يتسارع بمقدار جاذبيتين ونصف ولكنه يكون عديم الوزن تماما .

ولنأخذ مثلا أقبى من هذا وهو النجم القزم الشعرى اليمانية ب البالغ الكثافة وتبلغ قوة جاذبيته عند السطح قدر جاذبية الأرض عشرين ألف مرة ويتسارع الساقط فى هذا المجال بأكثر من تسارع القذيفة حين تطلق من المدفع ولكنه لا يحس بأى ضغط على الاطلاق .

فاذا تمكنا من توليد ما يكافىء مجالاً للجاذبية نستطيع أن نتحكم فيه فى يوم من الأيام فسنكون قد حصلنا بالتأكيد على دفع فعال لسفن الفضاء لو قرن بمصدر مناسب من الطاقة فقد يمكننا من الوصول الى سرعات قريبة من سرعة الضوء بعد فترات قصيرة من التسارع ومع ذلك فلن يمكننا من تخطى الحدود التى تقيمها نظرية النسبية . ويبدو حسبما أثبتت التجارب أنه لا يمكن لأى جسم مادى أن يسير بسرعة تزيد عن سرعة الضوء بأى حال من الأحوال . وهذا الحاجز أساسى ، ويختلف تماما فى طبيعته عما يسمى « بحاجز الصوت » وهو الذى كان عقبة كأداء فى سبيل الطيران السريع فى وقت من الأوقات . ولم يكن أحد يشك فى امكان الطيران بسرعة أكبر من سرعة الصوت لو أعطينا الطاقة اللازمة ، ولم تكن المشكلة الا مشكلة الحصول على تلك الطاقة وهذه حلت فى النهاية كأى مشكلة فنية أخرى . ولكن تحلل كل المادة الموجودة فى الفضاء لن يوفر الطاقة الكافية لتسيير سفينة الفضاء بسرعة الضوء .

ومما تقدم ، يبدو أنه سيكون ممكنا أن نرسل حملات الى النجوم القريبة تعود خلال عشر سنوات أو عشرين سنة ـ وان كان الزمن المنصرم بالنسبة للمسافرين أنفسهم سيكون أقل من ذلك •• وسيتم هذا حين تصل فنون السفر في الفضاء الى الحدود التى تمليها قوانين الطبيعة • ويجب أن نفترض أننا سنبلغ هذه الحدود فى النهاية حتى وان كنا اليوم بعيدين عنها بعدا شاسعا •

واذا أردنا أن نتصور استكشافا طويل المدى للكون ، فيجب أن نفترض القيام برحلات تستمر قرونا عديدة أو حتى ملايين السنين ، ولا تكون هذه الرحلات ممكنة الا اذا قبلت أجيال كاملة هذا النفى الاختيارى فى الفضاء • وقد لا تكون فى ذلك صعوبة كبيرة وخاصة اذا ما ذكرنا أن كويكبا متحركا سيكون أكبر كثيرا ويحتوى الكثير من التسهيلات المختلفة حتى ليمكن مقارنته بمدينة كأثينا ، تلك الدولة التى عاش على رقعتها الصغيرة عدد كبير من الرجال حياة مفيدة مثمرة •

ومما يجدر أن نذكره أن نظرتنا الحالية الى السفر بين النجوم تتوقف على طول حياة الانسان • وليس هناك مايجعلنا نفترض أنهاستظل دائما أقل من قرن ، وقديكون الفضل فى وصولنا الى النجوم راجعا الى الطب كما لعلم الطبيعة ، فكلما زاد عمر الانسان كلما كبر حجم الفضاء الذى يصبح قابلا للاستكشاف •

وقبل أن نختتم هذا الفصل يجب أن نبحث سؤالين يثاران دائما عند بحث السفر بين النجوم وأولهما هو هل نستطيع أن

بتأكد تماما من أن أحدا لن يتخطى سرعة الضوء فى يوم من الأيام ؟ وهذا بالرغم من ملاحظتنا القاطعة السابقة) فنظرية النسبية لا تعدو أن تكون نظرية كأى نظرية أخرى فهل يمكن أن تعدل يوما كما عدلت هى نظرية نيوتن للجاذبية التى ظلت دون أن تمس قرونا ، حتى اعتبرت صحيحة تماما .

وأى محاولة للاجابة على هذا السؤال تقودنا الى أعماق الفلسفة وتتعرض لبحث التركيب الأساسى للفضاء وللزمن . ونشك فى أن أى شخص يستطيع اليوم أن يساهم برأى ذى قيمة فى هذه المناقشة ويجب أن نترك الحكم فيها الى المستقبل . ولا نستطيع فى الوقت الحاضر الا أن نقول ان السرعات التى تزيد على سرعة الضوء تنتمى الى تلك الأرض الحرام الغامضة التى تقع فيها الآراء المشكوك فى صحتها كالبعد الرابع ، والتليباثى ، تجارب الدكتور راين المقلقة فيما وراء الطبيعة .

والسؤال الثانى تاريخى وليس طبيعيا : اذا كان السفر فى الفضاء ممكنا واذا كان فى الكون أجناس ذكية أخرى فلماذا لم تأت الى الأرض أبدا ؟

وفى اللوحة ١١ ب نجد الاجابة على هذا السؤال . فالحقول المتراصة من النجوم المبينة فى الصورة لا تغطى الا جزءا صغيرا من المجرة . ويفصل بين كل نجم وبين جيرانه من النجوم سنون ضوئية عديدة ويستغرق السفر من أحد أطراف الصورة الى الطرف الآخر قرونا عديدة حتى بسرعة الضوء ،

بينما قد يشغل فحص كل نجم وكل نظام كوكبي أساطيل من سفن الفضاء لفترة آلاف من السنين • وعلى هذا فمن الواضح أنه حتى مع وجود مدنيات متقدمة كثيرة منثورة في مجرتنا الا أننا لا نستطيع أن ننتظر زيارة مجموعتنا الشمسية الا في فترات متباعدة جدا •

ولن يتأثر هذا الوضع كثيرا لو لم تكن سرعة الضوء عاملا محددا فقد يستطيع الرجل أن يقطع طول الشاطىء مشيا في بضع دقائق ولكن كم من الوقت يستغرقه لفحص كل حبة من رماله ؟ ومن يعلم ، فقد توجد الآن أساطيل من السفن تمسح الكون وترسم له خرائط ثم أخرى ! وحتى اذا أخذنا أكثر الفروض تفاؤلا فسيكون من المستبعد أن يزور أحد الأرض في بضعة آلاف السنين من التاريخ المسجل (هذا علما بأن الأرض تقع في المنطقة غير المأهولة على حدود المجرة) •

ومن الناحية الأخرى يستطيع أى شخص مستعد لانفاق عمره في قراءة الصحف القديمة أن يجمع كمية ضخمة من « الأدلة » على حضور زوار من خارج الأرض • وقد قام المرحوم تشارلس فورت (Charles Fort) بهذا العمل واستطاع أن يجمع سجلا يمتد من التنين الطائر الذى ينفث النار في الصين القديمة الى الاطباق الطائرة في الوقت الحاضر • وحيث اننا لا نستطيع أن نثبت أن هذه الأشباح لم تأت من الفضاء الخارجي ، فخير موقف نتخذه حيالها هو الشك دون تزمت •

ومن المحتمل ألا تكون هناك مدنيات متقدمة فنيا في المجموعة الشمسية في الوقت الحاضر والا توقعنا حضور الزائرين ، ولكن من يدرى ماذا يحدث في ملايين السنين التي تسبقنا ؟ فقد تكون الحياة قد حلت ثم رحلت ثم حلت ثانية على جيراننا بينما كان التطور هنا يسير في بطء نحو الانسان !

وقد تكون السفن الغريبة قد نزلت فعلا في سماء الأرض مرات لا يمكن حصرها في العصور الجيولوجية القديمة ثم رحلت بعد أن سجلت وجود بحار يعلوها البخار وحيوانات بدائية برمائية تزحف على الشواطيء ، أو فيما بعد ذلك بكثير الزواحف الجبارة • وقد تكون بعض هذه السفن قد جاءت من الكواكب الأخرى للشمس ، ولكن أغلبها كانت غريبة عن مجموعتنا الشمسية على الأرجح تسافر من نجم الى نجم طلبا للمعرفة ، وقد تعود ثانية في يوم من الأيام •

وفي ملايين السنين القادمة ستأتي النجوم الينا حتما اذا لم نتمكن من الوصول اليها وحدنا • فالعزلة ليست سياسة عملية سواء في المستوى الدولي أو الكوني ، ونحن نحب أن نعتقد أن البشرية ستلعب دورا ايجابيا وليس دورا سلبيا في أول اتصال لنا بالكون الخارجي عندما يجيء هذا الاتصال ، وأن نكون نحن هم المكتشفين ولسنا بالمستكشفين •

الفصل الثامن عشر

الوسائل والغايات

أما وقد طفنا بأرجاء الكون ، ولــو بالخيال فقط فلنعد الآن الى الأرض لعمل الحساب الختامى لموقف علم السفر فى الفضاء اليوم • وقد كان بحثنا حتى الآن خاصا بالمسائل العلمية الخالصة •• وقد حان الوقت لأن تنظر فى الأمر نظرة أكثر اتساعا •

وان كان غزو الفضـــاء لا بد وأن يعتبر الآن فوق مستوى الشكوك ، وانها لحقيقة ذات مغزى أن العلماء المبـــرزين فى حقل الاندفاع الصاروخى كانوا دون استثناء تقريبا من أنصار الطيران فى الفضاء المتحمسين • وينطبق هذا على البروفوسير هرمان أوبرت مؤسس علم الصواريخ فى أوروبا ، وعـــلى الدكتور يوجين زنجر الذى كان يرأس مؤسسة أبحـــاث الصواريخ الخاصة بالقوات الجوية الألمانية فى تراون (Traun) وهو أحد كبار الخبراء العاملين فى أمور الطيران الأسرع من الصوت كما ينطبق على البروفوسير فيرنر براون (Wernher Von Brawn Peenemen المدير الفنى لبيموندة حيث ولد الصاروخ ف ٢)

أما ما يعلنه أحيانا بعض الخبراء في حقول أخرى من العلم حتى الآن عن استحالة الطيران في الفضاء برغم هذه الشبهات ، فليس الا أمثلة مذهلة للادعاء والغرور العلمي •

وبالطبع ما زال المجال فسيحا لمدى واسع من الآراء فيما يختص بالتفاصيل ـ ونود أن نؤكد مرة أخرى أن كثيرا من الآراء التي بسطناها في هذا الكتاب يجب أن تعتبر حلــولا ممكنة وليست حلولا محتمة لمشاكل السفر في الفضاء • فاذا لم تطبق هذه الحلول فسيكون هذا للعثور على حلول أفضل في ذلك الوقت •

ولا ينكر أكثر الناس تحمسا لغزو الفضاء أنه سيكون عملا عظيم المشقة ، بالغ الخطورة ، باهظ التكاليف ، ومع ذلك فيجب ألا نبالغ في هذه الصعوبات ، فان للمد الصاعد من المعلومات الفنية طريقته في طمس العقبــات حتى ان ما يكــون من المستحيلات في جيل يصبح أوليا في الجيل التالي • وللمــرة الثانية نلجأ الى تاريخ الطيران لنستخلص منه عبرة ومثالا • فلو كان الأخوان رايت قد جلسا وتدبرا فيما يلـــزم لادارة نظام عالمي للنقل الجوي لهالتهما جملة المستلزمات برغم أنها لم تكن تتضمن المساعدات اللاسلكية والرادارية التي لم يحلم بها أحد منذ خمسين عاما ـ ومع ذلك فهذه المستلزمات جميعا والصناعات الواسعة الجديدة وجيوش من الفنيين الذين يقومون بها قد أصبحت جزءا أساسيا من حياتنا رغم اننا لا نكاد نحس بوجودها •

ولا شك أن التصميم والاقدام والمهارة التى صنعت عالمنا الحديث كفيلة بانجاز كل ما جاء فى هذا الكتاب ، فضلا عن الكثير مما لا يستطيع أحد أن يتخيله اليوم • فلا حدود لما يستطيع الجنس البشرى أن يفعله لوأعطى دافعا قويا • والتاريخ ملىء بالأمثلة ، من الأهرام الى مشروعات القنبلة الذرية لأعمال كانت صعوبتها من العظم بحيث لم يعتقد بامكان تحقيقها سوى القليل •

والعامل الأساسى بالطبع هو الحافز • فالأهرام بنيت بقوة الدين ، وتمت القنبلة الذرية تحت ضغط الحرب • فماذا سيكون الحافز الذى سيدفع الانسان الى الفضاء ويرسله الى عوالم يتعارض أغلبها مع الحياة الانسانية فى عنف وشدة ؟

ومن الممكن كما رأينا أن نعدد الكثير من الأسباب وكلها ممتاز وعملى ، لغزو الفضاء • وقد أضاف الى أهمية بعضها اطلاق الطاقة الذرية فموارد كوكبنا الطبيعية محدودة ، وستدفعنا الحاجة ان آجلا أو عاجلا الى السفر الى الكواكب الأخرى • وقد لا يصبح الحصول على اليورانيوم من القمر أسهل من الحصول عليه من الأرض ـ لو أخذنا مثالا واضحا ـ الا بعد وقت طويل جدا ولكن ذلك الوقت لا بد وأن يحين فى يوم من الأيام •

وقد اقترح بعضهم أن ضغط السكان المتزايد سيؤدى الى غزو الكواكب • وقد يحمل هذا الرأى بعض المعنى لو كان

استعمار بعض الكواكب الأخرى بحالتها الراهنة ممكنا ، وقد رأينا أن العكس هو الصحيح • ولهذا فمن الواضح أننـــا لو كنا نطلب «المجال الحيوى» فحسب ، فسيكون أبسط وأجدى لفترة طويلة قادمة ، أن نستغل المناطق المتخلفة فى هـــذه الأرض • فتحويل القطب الجنوبى الى جنة أبسط كثيرا من انشاء مستعمرات كبيرة لها اكتفاؤها الذاتى على عوالم كالمريخ أو جانيميد أو تيتان (Ganymede or Titan) • ولكن الحياة ستبعث فى الأماكن القاحلة من عالمـــنا فى يوم من الأيام • وسيكون لعلم السفر فى الفضاء اليد الطولى فى ذلك العمـــل حين يتم عن طريق محطات الطقس المدارية ، وربما عن طريق التحكم المباشر فى المناخ بوساطة « مرايا الفضاء » • وعنـدما يحدث ذلك ـ بل وقبل أن يحدث ـ سيكون الانسان قد أخذ يتطلع فى نهم الى الكواكب ، وسيكون استغلالها عـــلى نطاق واسع قد بدأ •

وليس المهم أساسا أن يسكن فى باقى المجموعة الشمسيـة عشرة ملايين أو عشرة آلاف مليون ، فان هناك من البشر أكثر من اللازم على هذا الكوكب بالفعل بأى مقياس نحتكم به • فلو استطعنا اعاشة عشرة أضعاف سكان العالم على بضعة كواكب أخرى بعد عدة قرون من التقدم الفنى فلن يكون هذا مدعاة لفخر كبير •

فالحجم والعدد لا تؤثر الا على ذوى العقــول الصغيرة • وستقع أهمية استعمار الكواكب فى ما تحققه من تباين وتنوع فى الثقافات ـ تلك الثقافات التى ستختلف فى بعض النواحى كما تختلف ثقافة الاسكيمو وسكان جزر المحيط الهــادى • وستشترك هذه الثقافات جميعا فى كونها ستبنى على أســاس من التكنولوجيا المتقدمة جدا • ومــــع ذلك فحتى لو كانت المستعمرة على بلوتو تشبه المستعمرة على عطــــارد تماما من الداخل الا أن اختلاف المحيط الخارجي سيؤثر حتمــا عــلى عقول السكان ونظرتهم ، وسيكون شيئا أخاذا أن نرى أثر ذلك على الشخصية والفكر الانسانى وعلى قدرة الانسان عـلى الخلق الفنى •

وهذه المعنويات هى أعظم ما يتضمن الســفر فى الفضاء • وقد تصبح بمرور الزمن أكثر أهمية من الفوائد المادية البحتة بكثير ، مع عظم هذه الأخيرة • وقد ثبتت صحة ذلك بالنسبة للكثير من الانتصارات العلمية فى الماضى ، كفلك كوبرنيــك ونظرية التطور لدارون وعــلم النفس لفرويد ، فقــد فاق تأثيرها على الفكر البشرى نتائجها العلمية المباشرة كثيرا •

ويمكننا أن نتوقع نفس الشىء من السفر فى الفضاء فقــد يصحب امتداد الآفاق الفكرية للعالم واحدة من أكبر انطلاقات النشاط الخلاق • والشبه بين هذا وبين عصر النهضة بازدهار فنونه وعلومه ليدعو للتأمل • وقد كتب العالم الأنثروبولوجى

ج • د • أنوين (G.D.Unwin) يقول « لم يظهر في تاريخ الانسان أي استعراض للطاقة الانتاجية الا وسبقه استعراض نظرى للطاقة التوسعية • ومع أننا يجب أن نميز بين هـــذين النوعين من الطاقة الا انهما كانا في الماضى شيئا موحدا بمعنى أن الواحدة كانت تنتج عن الأخرى • ويستـــــطرد أنوين فيقتبس كلمة السير جيمس فريزر « ان التقدم العقلى الـذى يظهر في نمو الفنون والعلوم يتلقى دفعا هائلا من الغـــــزو والتوسع • والسفر بين الكوكب هو النوع الوحيد من (الفتح والتوسع) الآن الذي لا يتعارض مع المدنية • وبدونه سيركد العقل البشرى في النهاية لاضطراره الى الدوران باستمرار في وعاء الأسماك الذهبية الضيق الذى يمثله كوكبنا •

وكثيرا ما قيل ان البشرية لن تجد متنفسا دائمـــا لغرائزها العدوانية والاستكشافية الا في الطيران في الفضـاء وقد تكرر هذا القول وأصبح معادا ـ ولكنه صـــحيح بالرغم من ذلك • وليست الرغبة في رؤية الكواكب الا امتدادا للرغبة في رؤية ما يختفى وراء التل المقابل أو كما قال الشاعر : ـ

« فيما وراء ذلك الجبل الأخير ، الأزرق الذى تغطيه الثلوج عبر ذلك البحر الغاضب . أو المتلألىء • »

وربما يأتى يوم من الأيام يفقد فيه الانسان اهتمامه بالمجهول وشغفه بجلاء الأسرار الغامضة • ولكننا نشعر أن الانسان حين يفقد حبه للاستطلاع يفقد معه الكثير مما يجعله انسانا • وتبين لنا التقاليد الأدبية المطويلة لقصة السفر في الفضاء مدى تأصـــل

هذه الفكرة في طبيعة الانسان • وحتى لو لم يوجد سبب «علمي» سليم واحد للذهاب الى الكواكب فانه سيرغب في الذهاب اليها على أي حال •

وسيحدث حلول السفر في الفضاء ـ كما رأينا ـ توسعا في المعرفة العلمية قد لا يدانيه أي توسع في التاريخ وهناك الآن كثير من الناس يعتقدون اننا نعرف فعلا أكثر من اللازم عن الكون الذي نعيش فيه • كما أن هناك آخرين (بينهم أغلب العلماء تقريبا) يحتفظون بوجهة النظر المحايدة بأن المعرفة ليست حسنة ولا سيئة وأن هذه الأوصاف لا تنطبق الا على استخداماتها •

بيد أن المعرفة شيء مرغوب بالتأكيد ، وهي بهذا المعنى حسنة : ولا يمكن أن يكون سيئا الا المعرفة الناقصة أو الجهل ، وأسوأ الجميع أن يجهل الانسان جهله ولعلنا جميعا نعرف ذلك الطراز من العقلية الضيقة المحدودة التي لا تهتم بشيء خارج نطاق مدينة صاحبها أو قريته وتبني جميع أحكامها على أساس هذه المقاييس الاقليمية • وقد بدأنا في الانتقال ببطء ـ ربما كان أكثر من اللازم من هذه العقلية الى العقلية العالمية • ولن يعجل بهذا الانتقال من الأشياء قدر غزو الفضاء الا القليل ومن الصعب أن نرى كيف تستطيع بعض الأنواع المتطرفة من الوطنية أن تستمر في الوجود بعد أن يرى الناس الأرض في وضعها الحقيقي : كرة صغيرة وحيدة بين النجوم •

ومن المحتمل أن تتسابق القوى العظمى الى امتلاك مناطق، بقدر ما تستطيع سفنها أن ترتاد حالما يتم عبور الفضاء • وقد اقترح بعض الكتاب الأمريكيين ـ وهم جادون فى ذلك ، أن الولايات المتحدة يجب أن تحتل القمر حماية لنفسها ، لكى تمنع استخدامه كقاعدة لاطلاق الصواريخ الذرية •

وهذه الحجة (التى تعكس بأمانة جنون عصرنا السياسى) لا تحتمل البحث الجدى لحسن الحظ • فان مشكلة التموين ـ وهى من الصعوبة بمكان فى الأعمال الحربية على الأرض ـ تصبح من الضخامة بحيث تلغى أى مميزات استراتيجية قد يمتلكها القمر فاذا أراد زيد من الناس أن يرسل قنبلة ذرية من النقطة أ الى النقطة ب وكلتاهما على سطح الأرض ، فان نقلها الى القمر أولا ليس وسيلة مجدية لذلك وبالاضافة الى ذلك فالقذيفة التى تطلق من القمر يسهل اكتشافها عن قذيفة تطلق من الجانب الآخر للأرض • والتابع الذى يدرر على ارتفاع بضعة آلاف الأميال من الأرض يمتلك جميع المميزات الحربية للقمر دون أى واحد من عيوبه • كما أن تحديد موقعه يكون بالغ الصعوبة لو كان مطليا بطلاء يمتص الضوء والرادار •

ومن المهازل المحزنة فى عصرنا أن الصاروخ الذى كان يمكن أن يكون رمز تطلع الانسان الى النجوم أصبح من الأسلحة التى تهدد بتدمير المدنية • وقد أوجد هذا الحال مشكلة معنوية عويصة لمن يرغبون فى القيام بدور نشيط فى تقدم علم السفر

فى الفضاء ، وجميع الأبحاث التى تجرى على الصواريخ الآن تقوم بها مؤسسات عسكرية فى درجات مختلفة من السرية • فالمشاكل الفنية التى تدخل فى تصميم قذيفة موجهة بعيدة المدى تنطبق تماما على ما يقابلنا عندبناء صواريخ استطلاعية كالمذكورة فى الفصل الرابع • وهكذا فقد أصبح الفصل بين الاستخدامات الحربية والسلمية للصاروخ عملا تزيد صعوبته على توليد الطاقة الذرية دون قنابل ذرية •

وليست هذه المشكلة بالذات قاصرة على أبحاث الصواريخ بالطبع ، فيمكننا أن نلقاها اليوم فى جميع حقول النشاط العلمى ـ حتى الطب • فان القدرة على الشفاء هى فى نفس الوقت القدرة على القتل • ولكنها أكثر حدة بلا شك بالنسبة لمهندس الصواريخ عنها بالنسبة لأى شخص آخر الا عالم الطبيعة النووية ربما وهو لا يملك الا أن يأمل فى أن نتائج عمله ستنشر فى النهاية وتستخدم للأغراض السلمية • هذا لو كان يفكر جديا فىهذه الأمور (والعاملون فىالعلم يشبهون معظم الناس فى قدرتهم على تجاهل الحقائق المزعجة)

وقد سبق أن حدث هذا بالنسبة للرادار الذى كانمنذ عشرة أعوام فقط سرا حربيا هاما ولكنه اليوم يستخدم فى جميع أنحاء العالم لتوفير الأمان فى البحر والجو • حقيقة أن الصاروخ ليست له استعمالات مدنية مباشرة كالرادار ، وفى الوقتالحاضر فليس للصاروخ الا استعمالان غير حربيين وهما استكشاف

طبقات الجو العليا ، ومساعدة الطائرات فى الاقلاع أما الاستعمالات النهائية الثورية للصاروخ فهى مرتبطة بالسفر فى الفضاء ، ومازالت بذلك فى المستقبل البعيد .

ولا شك فى أن الكثير من العلماء والمهندسين الذين لا يهتمون بالصاروخ الا كوسيلة لعبور الفضاء قد ارتبطوا بالأبحاث العسكرية الحالية لأنهم لم يستطيعوا أن يجدوا التعضيد اللازم بأى وسيلة أخرى . ويجدر بنا أن نقتبس بعض الكلمات التى كتبها البرفسور فون براون بمناسبة انتخابه زميلا فخريا للجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب : « أليس عارا أن أناسا لهم نفس المبادىء التى أوحت بها النجوم اضطروا للوقوف على الجانبين المتقابلين من الجدار . دعونا نأمل أن هذه كانت آخر مذبحة جماعية وأن الصواريخ ستستخدم منذ الآن فى غرضها النهائى فقط : الطيران فى الفضاء » . وقد أبدى الدكتور زنجر آراء مماثلة فى مناسبة انتخابه فقال : « لو أن الغالبية العظمى من بنى الانسان أو أن كبار منظمى المجتمع الانسانى كانوا مقتنعين تماما ومتحمسين لعلم السفر فى الفضاء ، لأمكن للمهندسين والعلماء أن يوجهوا أبحاثهم مباشرة الى مشاكل السفر فى الفضاء . ولكن هذا ليس صحيحا لسوء الحظ ... ولذلك فانى أعتقد أن مهمة عالم الفضاء أن يحول العقلية الانسانية ببطء الى هدفنا بخطوات من الحقائق الواقعة .. فقليلا ما يقتنع الانسان بالأسباب الجيدة ولكنه يقتنع أكثر بالحقائق الجيدة » .

وفى الحالة الحاضرة يبدو الأمل فى أى تعضيد واسع النطاق لأبحاث الصواريخ للسفر فى الفضاء فقط دون تداخلات عسكرية حلما بعيد التحقيق ولكن شيئا من هذا قد يتم فى المستقبل . وحينما تستقر الأحوال السياسية ، اذا حدث هذا ، ويستأنف التعاون الدولى فى المستوى العلمى فقد تستطيع جمعيات السفر فى الفضاء التى تتخذ فى كثير من أنحاء العالم أن تقوم بمجهوداتها المشتركة بدور العامل المساعد للوصول الى هذه الحالة المرجوة . وهذه واحدة من الخطط البعيدة المدى التى تكمن وراء المؤتمرات الدولية المختلفة للسفر فى الفضاء التى عقد أولها فى باريس فى خريف سنة ١٩٥٠ .

ويجب أن نوضح أن أى جمعية لا تستطيع فى حد ذاتها أن تقوم بأبحاث فعالة فى الصواريخ على نطاق واسع فتكاليف برنامج لتطوير صاروخ كبير يبلغ ملايين عديدة من الجنيهات سنويا : وحتى نموذج واحد لقذيفة متوسطة الحجم تستخدم الوقود السائل قد يكلف عدة آلاف من الجنيهات . وعلى هذا فليس عمل جمعيات السفر فى الفضاء هو محاولة البحث والانشاء بأنفسها ـ فيما عدا بعض المشاكل الفرعية التى يمكن بحثها دون ميزانية كبيرة . ولن تبنى جمعيات السفر فى الفضاء سفنا للفضاء كما أن جمعيات الطيران لا تبنى طائرات . ولكنها ستكون جمعيات الاخصائيين ـ أو الهيئات المهنية للعلماء والمهندسين الذين يقومون بأعمال فى هذا الحقل .

وعندما يحين الوقت لبناء سفن الفضاء الأولى فستكون جمعيات السفر بين الكواكب رأس حربة في الهجوم ، ولكن أعضاءها سيعملون غالبا تحت امرة الحكومات ـ حتى ولو كانوا هم الذين قد أقنعوا حكوماتهم باصدار تلك الأوامر فى المحل الأول !

وقد قيل أحيانا ان العقبات الرئيسية في طريق السفر بين الكواكب ليست عقبات فنية ولكنها سياسية واقتصادية • فهناك دائما مقاومة للتغيير ورغبة في الاحتفاظ بالوضع الراهن • وكثيرا ما قوبل أنصار السفر فى الفضاء بهذه الملاحظة « لماذا الذهاب الى القمر ؟ وأى عيب فى هذه الأرض ؟ » ولما كانت العبارة الأخيرة نادرا ما تقابلنا هذه الأيام فقد حل محلها السؤال « لماذا لا نكرس كل جهدنا لتطوير عالمنا قبل أن نذهب الى غيره من العوالم ؟ »

وقد قدمنا الكثير من الاجابات لهذا السؤال وأشرنا الى أن كثيرا من النتائج غير المباشرة للسفر فى الفضاء ستساعد على تحسين عالمنا ـ وربما كان ذلك بطرق لا نستطيع التنبوء بها كما لم يتنبأ أحد بأن حقول البترول والمزارع الأمريكية ستساعد أوروبا •

ولكن هناك اجابة واحدة أساسية لهذا السؤال ، ولا يملك المرء الا أن يعتقد بأن السائلين قد أغفلوا حقائق الطبيعة البشرية • والمرء ليتساءل أحيانا عما اذا كانوا سيسألون فيدياس حين بدأ عمله فى زخارف معبد البارثينون لماذا لا يقوم بعمل

أجدى كاعادة بناء أحياء أثينا القذرة • ولو أن الفنــان احتفظ بهدوء أعصابه لأجابهم فى الغالب بأنه يقوم بالعمل الوحيد الذى يعجبه • والأمر كذلك فى النهاية بالنسبة لمن يريدون عبــور الفضاء •

وهناك من الناس من يبدو أن لديهم اعتراضات نفسية محددة على السفر فى الفضاء • وكثير من هذه الاعتراضات مبنى عـلى أساس دينى وليس فى الواقع الا شكلا جديدا للشــعور القديم بأن هناك بطريقة غامضة أشياء لم يقصد أن يقـــوم بها الانسان « ولا نعرف طريقة أفضل لتحطيم هذه الخرافة من أن نذكر قصة السيدة العجوز التى قالت ان الطائرات من عمل الشيطان بلا شك لأن الناس يجب أن يسافروا بالقطارات كما قصد الله »

ونحن نشك أن البعض الآخر يخشى أن يؤدى عبور الفضاء ومقابلة أجناس ذكية من غير البشر ــ الى تحطيم أساس ايمانهم الدينى • وقد يكون هذا صحيحا ولكن موقفهم هذا لا يحتمل البحث المنطقى على أى حال ــ فان ايمانا لا يستطيع أن يعيش بعد اصطدامه بالحقيقة لا يستحق الكثير من الحزن لفقده •

وربما كان احتمال مقابلة أنواع أخرى من الذكاء هو أكثر الاحتمالات التى خلقها السفر فى الفضاء تشويقا فهل يوجــد الانسان وحيدا فى الكون ؟ ولا شك أن هذه واحدة من المسائل الرئيسية فى الفلسفة • ومن الصعب أن نتصـــور من لا يهتم بمعرفة جوابها • ولا يمكن أن نحصل على هذا الجواب الا عن طريق السفر فى الفضاء •

وقد رأينا أنه لا يوجد الا احتمال ضئيل فى مقابلة الذكاء فى أى مكان آخر من المجموعة الشمسية • ولهذا فقد ينتظر هذا الاتصال حتى نتمكن من الوصول الى النجوم • وقد يحدث هذا بعد أجيال وأجيال ولكنه سيأتى ان عاجلا أو آجلا •

وقد ظهرت فى الكتب الأدبية صور عديدة لهذه المقابلات الخطيرة • وقد اتخذ معظم كتاب القصص العلمىَ من هذه المقابلات ذريعة لكتابة قصص من الصراع والعنف لا تختلف فى شىء عن الوصمات التى تلطخ صفحات تاريخنا • فأظهروا بذلك قصورهم المميز فى الخيال ، كما دل موقفهم على سوء التفهم التام للعوامل التى تدخل فى هذا الموضوع • •

فقد سبق أن أشرنا الى أن مدنيتنا لابد وأن تكون من أصغر المدنيات فى الكون سنا • وقد يساعد على تأكيد هذه النقطة ذكر تشبيه للسير جيمس جينز (Sir James Jeans) قال فيه : لو أخذنا بنسا ووضعنا فوقه طابعا للبريد ثم وضعناهما معا فوق مسلة كليوباترة(١) فان ارتفاع المسلة يمثل عمر العالم ويمثل ارتفاع قطعة النقود فترة وجود الانسان فيه ، ويمثل سمك طابع البريد الفترة التى كان الانسان فيها على درجة بسيطة من الحضارة • وأما الفترة التى ستظل الحياة ممكنة خلالها على الأرض فهى تقابل عمودا اضافيا من الطوابع يصل ارتفاعه بالتأكيد الى مئات الياردات ، وقد يصل الى الميل •

---

(١) وهى المسلة الموجودة بلندن وارتفاعها ٧٠ قدما

فاذا تأملنا هذه الصورة لرأينا أن احتمال قيـــام حرب بين الكواكب احتمال ضئيل جدا • فان أى أجناس نقابلها ستكون بالتأكيد اما أرقى من البشر أو أقل منا درجة وسنكون من النوع الأول غالبا • ولن نلتقى بجنس على مســـتوى فنى يقرب من مستوانا بالدرجة الكافية بحيث يمكن للحرب أن توجد الا اذا تمكنا من اصابة ذلك الطابع الأول الواحد فى عمود الطـــوابع الذى يرتفع ميلا ـ بل والصحيح أننا يجب أن نصيب كسرا ضئيلا من سمك ذلك الطابع • فاذا حدث أن خرجت ســـفننا من الأرض لفتح عوالم أخرى فانها قد تجد نفسها فى نهـــاية رحلتها فى نفس موقف زوارق الهنود الحمر الحربية المطليـة بالألوان الزاهية ، وهى تتقدم ببطء داخل ميناء نيويورك •

وما الذى يحدث لو قابلنا أجناسا متقدمة علميا ولكنها شريرة ـ أى ذلك النوع من المجرمين التقليـــديين فى القصص التى أطلق عليها « أوبرا الفضاء » ؟ أفلا يكون السفر فى الفضـــاء فى هذه الحالة قد فتح صندوق باندورا الذى يمكن أن يتسبب فى فناء البشرية ؟

ان هذا يبدو بعيد الاحتمال ، وان كنا لا نســـتطيع نفيـــه نهائيا • فليس محتملا أن تتقدم أى مدنية فى الجبهة الفنيـــة الصناعية فقط لأكثر من بضعة قرون دفعة واحدة • ولا يمكن أن تتأخر الأخلاقيـــات والآداب وراء العلم والا ولد النظـام الاجتماعى سموما تؤدى بالتأكيد الى تحطيمه (كمـــا أظهـــر

تاريخنا القريب) • ولابد أن يصحب العلم الأرقى من علم البشر تعاطفا وتسامحا كبيرين • وعندما نقابل أقراننا بين النجوم فلن نخشى شيئا الا نقائصنا •

وما أقل ما نقف لنفكر في عظم هذه النقائص فان انطباعاتنا عن الحقيقة تتحدد بدرجة أكبر كثيرا مما نتصور بالحواس التى نتصل خلالها بالعالم الخارجي ، وكم كانت فلسفاتنا ستختلف لو أن الطبيعة بخلت علينا كما فعلت مع كائنات أخرى وأعطتنا عيونا لا ترى النجوم ! ومع ذلك فما أضيق حدود الأعين التى نمتلكها ، والتى لا ترى الا نطاقا ضيقا من طيف الاشعاعات ! فالعالم الذى نعيش فيه غارق في الاشعاعات التى لا نراها من الموجات اللاسلكية التى تأتى من الشمس والنجوم والتى لم نكتشفها الا توا ، الى الأشعة الكونية التى لا يزال مصدرها من الغوامض الرئيسية في علم الطبيعة الحديث • هذه الأشياء جميعا لم نكتشفها الا فى الجيل الأخير • ولا نستطيع أن نتكهن بما يقع خارج حدود حواسنا حتى الآن ــ وان كانت الكشوف الحديثة في الباراسيكولوجية تشير الى أن البحث قد يكون فى أول البداية •

وسيكون لدى أجناس العوالم الأخرى حواس وفلسفات تختلف تماما عما لدينا • وقد جاء في تشبيه أفلاطون الشهير: اننا أسرى داخل كهف نجمع انطباعاتنا عن العالم الخارجى من الظلال التى تقع على الحائط • وقد لا نتمكن أبدا من الهرب

لنصل الى الحقيقة الخارجية ، ولكننا قد نأمل يوما فى الاتصال بالأسرى الآخرين فى الكهوف المجاورة حيث قد نتعلم أكثر مما نستطيع أن نحصله بمجهوداتنا الفردية .

ومع ذلك فلن يقضى السفر فى الفضاء على غموض الكون كما يخشى البعض وعلى العكس من ذلك فقد يزيد من ذلك الغموض . وبالرغم من أن مشاكل معينة قد تحل ، وشكوكا كثيرة سنعرف خبرها اليقين الا أن مساحة اتصالنا بالمجهول ستزداد زيادة هائلة ، وقد كان الحال دائما هكذا فى البحث العلمى . فلا يجب أن ننسى أنه بالرغم من كل علمنا فنحن نعيش فى عالم أكثر اثارة للدهشة والعجب بل وأكثر غموضا من عالم أسلافنا . ولن ننتهى من عجائب الكون قبل أن نستكشف الكون كله . وهذا الاحتمال بعيد بعدا شاسعا على أقل تقدير ، ان لم يكن مستحيلا نظريا ونحن نكاد نبدأ رحلة استكشافية قد لا تكون لها نهاية .

وقد نعلم فى مكان ما عن تلك الرحلة الغرض الذى نقوم به الحياة فى الكون المادى ان وجد هذا الغرض : فمن المؤكد أننا لن نكتشفه أبدا على الأرض فقط . فالدراسة الصحيحة للانسان ليست هى الانسان فقط ، ولكنها العقل .

وقد انتهى بذلك استعراضنا . وقد ذهبنا فيه الى أبعد ما نستطيع فى هذه اللحظة من الزمان فى محاولة تقدير وقع السفر فى الفضاء على شئون الانسان . وللخيال أن ينطلق بعد ذلك حيثما يشاء ... دون أن تحده الا قوانين المنطق .

وأنا لم أنس أن أحفادنا بعد خمسين سنة من الآن قد يكونون قوما متوحشين معدمين يتعلقون بواحة خصيبة وسط قفر من الاشعاعات الذرية ، بدلا من اعداد الخطط لغـــزو الكواكب . ويجب ألا ننقص من قدر مشاكلنا اليوم فهي ذات أهمية حيوية بالغة فقد تئد المستقبل قبل أن يولد . فاذا نجـونا من هــذه المشاكل ، فانها ستدخل في صفحات التاريخ ، وسيأتي وقت لا نذكرها فيه أكثر مما نذكر أسباب الحرب البونيقية (الحرب بين روما وقرطاجنه) . وسيفعل عبور الفضاء أو حتى الشعور باقترابه في السنين التي تسبق مجيئه الشيء الكثير لتحويل عقول البشر الى الخارج بعيدا عن نزاعاتهم القبلية الحالية . وقد يكون الصاروخ بهذا المعنى صمام الأمن اللازم للاحتفـاظ بالمدنيـة بدلا من أن يكون وســـيلة تدميرها . ولا يلزم لذلك أن يتم السفر في الفضاء ، فلو صار هناك ايمان عام بذلك السفر فان هذا سيلون نظرة الانسان النفسية .

ونحن اليوم نعيش في نقطة التحول بين عصرين فوراءنا الماضي الذي لا نستطيع أن نعود اليه حتى لو أردنا ، وتفصل بيننا وبين الأجيال الماضية تلك اللحظة التي انفجرت فيها حرارة عـــدة شموس فوق صـــحراء نيومكسيكو ذات ليلة (انفجار القنبلة الذرية الأولى) ، نفس الصحراء التي كتب لها أن تردد بعـــد أعوام قليلة هدير أول الصواريخ المتسلقة نحـــو الفضـــاء . وتستطيع الطاقة التي أطلقت في ذلك اليوم أن تحملنا الى النجوم

أو أن ترسلنا لنلحق بالزواحف الجبارة وباقى تجارب الطبيعة الفاشلة •

ان الخيار في ذلك لنا • وان المرء ليدفع الكثير ليعرف قرار المؤرخ فى سنة ٣٠٠٠ ميلادية ـ التى تبعد عنا كما نبعد نحن عن الحروب الصليبية ـ على عصرنا ، عندما ينظر الينا عبر صفحات الزمان • دعونا نأمل أن هذا سيكون قراره : ـ

« كان القرن العشرون دون شك أهم مائة عام فى تاريخ البشرية ، فقد افتتح بغزو الهواء ، وقبل أن ينصرم نصفه قدم الى المدنية أعظم تحد لقدرتها ، ألا وهو التحكم فى الطاقة الذرية • غير أن هذه الأحداث التى غيرت وجه العالم سرعان ما حجبها ما هو أعظم منها • ان قصة البشرية قبل القرن العشرين تبدو لنا الآن بعد ألف سنة كمقدمة لدراما عظيمة تمثل على حافة المسرح قبل أن يرفع الستار وتظهر المناظر • لقد كان ذلك المسرح الضيق المزدحم : الأرض هو الخليقة كلها بالنسبة لأجيال عديدة من البشر وكانوا هم الممثلين الوحيدين • غير أن الستار بدأ فى الارتفاع ببطء قرب نهاية ذلك القرن العجيب ، وعرف الانسان أخيرا أن الأرض ليست الا واحدة من عوالم كثيرة ، وأن الشمس واحدة من نجوم كثيرة • وقد أنهى ظهور الصاروخ مليون سنة من العزلة ، وبهبوط أول سفينة للفضاء على المريخ والزهرة ، انتهت طفولة جنسنا ، وبدأ التاريخ كما نعرفه الآن ••• »

ملحق رقم (١)

السنة الدولية لعلوم الطبيعة الأرضية

(السنة الجيوفيزيقية الدولية)

فى عام ١٨٧٥ وجه كارل وايبرخت (Wayprecht) قبطان احدى السفن النمسوية آثر عودته من رحلة الى المناطق القطبية الشمالية ـ أقول وجه أنظار العالم فى اجتماع عقد بأكاديمية العلوم فى فيينا الى أن مفتاح كثير من أسرار الطبيعة التى مازال الانسان عاجزا عن حلها منذ زمن بعيد كالمغناطيسية الأرضية والتيارات الكهربارضية والأرصاد الجوية يوجد بالقرب من المناطق القطبية وقد دعا وايبرخت فى هذا الاجتماع الدول المتقدمة علميا الى التعاون والى تنسيق جهودها فى استجلاء ما خفى من أسرار هذه العلوم •

وقد آمن وايبرخت بهذه الرسالة وأخذ يدعو الى تنفيذها حتى نجح فى اجتذاب اهتمام الجمعية الملكية للأرصاد الجوية باترخت (Utrecht) عام ١٨٧٧ واهتمام المؤتمر الدولى للأرصاد الجوية في اجتماعه الذى عقد فى مدينة روما عام ١٨٧٩

وقد رسم وايبرخت طريقة العمل المثمر فى هذا السبيل بأن

تقوم الهيئات والدول بارسال بعثات منظمة فى وقت واحـــــد ومزودة بأجهزة متجانسة لعمل أرصاد فى المنطقـة القطبيـــة تدوم سنة كاملة لاستكمال النقص الواضح فى المعلومات عن الأرصاد الجوية والمغناطيسية الأرضية •

ونجحت هذه الدعوة نجاحا كبيرا فى الأوســاط العلميـــه الدولية وتعاونت احدى عشرة دولة فى تجهيز اثنى عشرة بعثة الى القطب الشمالى واثنتين للقطب الجنوبى تولت القيام بعمليات الرصد طبقا لبرنامج وضـــع لهذا الغرض وذلك خلال الفترة من أول أغسطس عام ١٨٨٢ الى نهاية أغســـطس عام ١٨٨٣ وأطلق عليها اسم السنة الدولية القطبية الأولى • وكانت نتائج أعمال هذه السنة أساسا للأبحاث والدراسات التى استمرت نحو نصف قرن •

ونظرا للنجاح الباهر الذى حققته هذه السنة وخلال الأعمال التحضيرية لاقامة الذكرى الخمسين لها تقرر اقامة سنة قطبيــــة ثانيـــــة من أول أغسطس عام ١٩٣٢ الى نهـــاية أغسطس عام ١٩٣٣ لاتفاق ذلك التاريخ مع الحـــد الأدنى للنشــــاط الشمسى وقد ازداد التعاون الدولى فى هذه السنة اذ اشتركت بها أربع وأربعون دولة جهزت العديد من البعثـــات وأنشأت الكثير من محطات الأرصاد • وقد اشتمل برنامج هــذه السنة القطبية على :

١ ـ ارصاد جوية سطحية وارصاد طبقات الجو العليا بوساطة البالونات وأرصاد الكهرباء الجوية وطبقات الأيونوسفير .

٢ ـ رصد وتسجيل المركبات الثلاثة لشدة المجال المغناطيسى الأرضى وتعيين التغييرات السريعة فى هـــذه المركبـات ومعدل تغييرها مع الزمن .

٣ ـ ارصاد الوهج القطبى .

وقد تقدمت مصلحة الارصـــاد المصرية فى عام ١٩٤٧ الى مؤتمر الأرصاد الجوية فى وشنجطن باقتراح لاقامة سنة دولية استوائية لما للمناطق الاستوائية من أهمية فى دراسة تحركات الكتل الهوائية وما يتبعها من تغييرات جوية . وبالرغم من عدم الموافقة على الاقتراح المصرى فقد تحولت السنة القطبية الدولية الثالثة الى سنة دولية جيوفيزيقية يشمل نشاطها كل ســـطح الكرة الأرضية وقد كان من المقرر اقامتها سنة ١٩٨٢ ـ ١٩٨٣ ولكن التقدم العلمى السريع دعا أحد العلماء الى اقتراح بعقدها فى سنة ١٩٥٨ ـ ١٩٥٩ للاسراع فى عمـــل الابحاث ولأن هذه السنة توافق نشاط الشمس الدورى الذى يحدث مرة كل ١١ عاما . ووافقت الاتحادات العلمية الدولية على الاقتراح فى أكتوبر سنة ١٩٥٢ وتقرر تشكيل لجنة أطلق عليها اســـم اللجنة الخاصة للسنة الدولية الجيوفيزيقية (CSAGI) لدراسة وتنسيق البرامج وتنسيق العمل وروعى فى تشكيلها أن تمثل جميع الهيئات العلمية المشتركة فى هذا العمل . وكان رئيس هذه اللجنة العالم البريطانى سيدنى تشابماز (Sydney Chapman)

وقد قامت بدعوة الدول الى تأليف لجـــان قومية لتمثلهـا ولتنفـذ الأبحاث والأغـراض المطلوبة • وفى ســـنة ١٩٥٥ تقـــرر تشـــكيل مجلس دولى يضم ممثلى اللجـــان القوميـة أطلق عليه اسم المجلس الاستشارى للسنة الدوليه لعلـــوم الطبيعة الأرضية (CSAGI) وذلك لمساعدة اللجنة الخاصة فى تنفيذ البرامج •

وضعت اللجنة الخاصة (CSAGI) فى أول اجتماع لها فى بروكسل ١٩٥٣ الخطوط الرئيسية للموضـــوعات المختلفـــة وشكلت ثلاث عشرة شعبة عامة وهى :

١ ـ الأيام العالمية •
٢ الأرصاد الجوية •
٣ ـ المغناطيسية الأرضية •
٤ ـ الوهج القطبى •
٥ ـ الأيونوسفير •
٦ ـ خطوط الطول والعرض •
٧ ـ الثلجيات •
٨ ـ طبيعة المحيطات •
٩ ـ الصواريخ والأقمار الصناعية •
١٠ ـ الزلازل •
١١ ـ الجاذبية الأرضية •
١٢ ـ النشاط الشمسى •
١٣ ـ الأشعة الكونية •

وكان من أهم قرارات اللجنة فى هذاالاجتماع دعوة الاتحاد السوفييتى للاشتراك فى أعمال هذه السنة الدولية وذلك عندما لاحظ المجتمعون أن الاتحاد السوفييتى ليس عضوا فى المجلس الدولى للاتحادات العلمية •

وأثناء دورة اجتماع اللجنة الخاصة الثانية فى روما سنة ١٩٥٤وضعت المسودة الأولىلمشروع السنة الدولية الجيوفيزيقية وحددت مناطق تحتاج الى مزيد من العناية فى دراستها وهى :

١ ـ منطقة القطبين الشمالى والجنوبى •

٢ ـ المنطقة المدارية •

٣ ـ المنطقة الواقعة بين خطى طول ٧٠°، ٨٠° غربا •

٤ ـ المنطقة الواقعة بين خطى طول ١٠°، ١٤٠° شرقا •

وقد أعلن الاتحاد السوفييتى فى ختام هذه الدورة عزمه على الاشتراك فى تنفيذ برامج السنة الدولية الجيوفيزيقية •

وفى الاجتماع الثالث للجنة فى بروكسل سنة ١٩٥٥ أعلنت الولايات المتحدة عن عزمها على اطلاق الأقمار الصناعية خلال السنة الدولية لقياس العناصر الجوية على الارتفاعات العالية •

وفى دورة الاجتماع الرابعة فى برشلونة سنة ١٩٥٦ أعلن الاتحاد السوفيتى عن عزمه على اطلاق أقمار صناعية خلال السنة الجيوفيزيقية وعلى أن التعاون سيكون وثيقا بين الاتحاد السوفيتى والولايات المتحدة فى شئون الأقمار الصناعية •

وكان اجتماع برشلونة من أهم الاجتماعات اذ حضره مندوبو خمسين دولة وبحث موضوع تجميع نتائج الرصد

الضخمة التى ستجرى خلال السنة الدولية وأقر انشاء مراكز عالمية لهذا الغرض حتى تكون هذه المعلومات فى متناول الهيئات العلمية ورجال البحث .

وقد صدر قرار مجلس الوزراء فى مصر فى ٢٠ مايو سنة ١٩٥٣ بقيام لجنة قومية مصرية لعلوم الطبيعة الأرضية ومقاييس الأرض وقد شكلت اللجنة عشر شعب لدراسة الموضوعات المختلفة طبقا للبرنامج الدولى ما عدا الموضوعات التى لا تنطبق على منطقتنا كالثلجيات . وتقرر أن يتولى تنفيذ أعمال السنة الدولية قسم الطبيعة بكلية العلوم جامعة القاهرة ومعهد الأرصاد الفلكية بحلوان ومصلحة الأرصاد الجويه .

وفيما يلى نبذة مختصرة عن نواحى البحث فى المواضيع المختلفة التى أجريت فى أثناء السنة الدولية الجيوفيزيقية .

١ - الأرصاد الجوية :

الغرض الرئيسى للبرنامج الذى وضع لها هو الحصول على أرصاد للعناصر الجوية المختلفة وعلى الأخص فى طبقات الجو العليا وأهم المسائل التى تقرر التخصص فى دراستها هى : -

(ا) اعادة توزيع كمية الحركة والقيمة المطلقة للدوامية (Absolute Vorticity) وجميع صور الطاقة فى الغلاف الجوى على مقياس كبير .

(ب) تأثير التضاريس الأرضية والاحتكاك على توازن كمية الحركة للهواء والطاقة والحركة الدوامية والمسائل الخاصة بتبادل كمية الحركة بين الغلاف الجوى من جهة والمحيطات وسطح الأرض من جهة أخرى .

(جـ) الحـــركة الهوائيه فى خطوط العرض الدنيـا وتفاعل الدورة العامة للرياح بين نصفى الكرة الشمالى والجنوبى وبين المناطق المداريه وفوق المدارية ٠

(د) توزيع الأوزفن وبخار الماء فى الاتجـــاهين الأفقى والرأسى وخاصة فى الارتفاعات العالية وتوزيع مناطق الهطول وعلاقتها بتوزيعات الضغوط الجوية عموما ٠

(هـ) الاتزان الاشعاعى للغلاف الجوى وعلاقته بالدورةالعامة للرياح ٠

٢ ـ المغناطيسية الأرضية :

أما برنامج المغناطيسية الأرضية فيشمل دراسة الموضــوعات التــالية :

(ا) الوصف الظاهرى (Morphology) للاضـــطرابات المغناطيسية كدالة للزمن والمكان ٠

(ب) التغييرات اليومية للمركبات الثلاث للمجال المغناطيسى للأرض بالقرب من خطى الاستواء المغناطيسى والجغرافى ٠

(جـ) التيارات الكهربائية الشديدة فى الأيونوسفير ٠

٣ ـ الوهج القطبى :

ويهـدف البرنامج الموضـوع لارصـــاد الوهج القطبى الى وضع احصائيات تبين مكان ظهور الوهج القطبى ووقت حدوثه وخصائصه من حيث الشكل واللون والشدة والتوزيع الطيفى فى أكثر عـدد ممكن من محطات الرصـد واستخدام هـــذه الاحصـــائيات لمعرفة العـلاقة بـين مميزات الـوهج القطبى

والظواهر الشمسية والمغناطيسية وحالات الأيونوسفير وكذلك الأشعة الكونية •

٤ ـ الأيونوسفير :

شغل هـذا البرنامج مكـانا بارزا فى برنامج السـنة الجيوفيزيقية وقد اشـتمل على عمـل حسابات رأسية لتحديد تركيب هـذه الطبقة وذلك لزيادة معرفتنا بالتركيب المعقـد لهـذه الطبقـة المتأينة والتغيرات التى تطـرأ عليهـا ومدى ارتباط هـذه التغيرات بالفترات ذات النشـاط الشـمسى الشديد وكذلك ارتباط هذه التغيـيرات بالاضـطرابات المغناطيسية •

٥ ـ خطوط الطول والعرض :

يهدف هذا البرنامج الى تعيين الاحداثيات الفلكية للمراصد المشتركة فى تنفيذه بدقة عالية كما يهدف الى تعيين التغيرات فى هذه الاحداثيات التى يمكن على ضوئها تحسين تعيين الزمن ، وتعيـين التغيرات الطفيفـة فى سرعة دوران الأرض حـول محورها وتحسين أطالس النجوم •

٦ ـ طبيعة المحيطات :

ويهدف هـذا البرنامج الى :

(ا) دراسة ومعرفة مصدر ذبذبات سطوح البحـار ذات الأزمنة الدورية الطويلة وانتشارها •

(ب) قياس درجات حرارة الماء الى أعماق تصل الى ٢٠٠ متر تحت سطح البحر •

(د) دراسة التبادل الحرارى بين سطح الماء والكتل الهوائية الملامسة له .

(هـ) دراسة تحركات الخط الفاصل بين المياه القطبية ومياه المنطقة المعتدلة وكذلك دراسة ارتفاع درجة حرارة المنطقة القطبية .

ومن المناطق الهامة التى وصلنا اليها فى هذا العلم نتيجة للسنة الجيوفيزيقية اكتشاف وجود تيار جبار يقارن بتيار الخليج فى الحجم والابعاد تحت سطح الماء فى المحيط الهادى اذ يبلغ طوله ٣٥٠٠ ميل وعرضه ٢٥٠ ميل ويتراوح عمقه بين ١٠٠ و ٨٠٠ قدم تحت السطح وهو يتجه شرقا بسرعة ٢٥ ميلا فى الساعة .

٧ ـ الزلازل :

لا يتعدى البرنامج الخاص بالزلازل القيام بالأعمال الروتينية التى تقوم بها المراصد المعروفة فى هذه الناحية مع زيادة الاهتمام بقياس الهزيزات الأرضية (Microseisms) على نطاق واسع .

٨ ـ الجاذبية الأرضية :

بالرغم من أن عجلة الجاذبية الأرضية ثابتة بالنسبة للمكان الواحد الا أن اللجنة الخاصة رأت أن تنتهز الدول هذه الفرصة للقيام بعمل قياسات آنية للعجلة الجاذبية (ح) أى خاصة فى المناطق القطبية وذلك لعدم وجود قيم معروفة للجاذبية الأرضية بها .

٩ ـ النشاط الشمسى :

ارتبط تحديد موعد السنة الدولية بازدياد النشاط الشمسى لذلك شمل البرنامج الخاص بالنشاط الشمسى الأبواب التالية :

(ا) رصد وتسجيل البقع الشمسية •

(ب) تعيين المجال المغناطيسى للبقع الشمسية •

(ج) رصد وتسجيل التأجج الشمسى •

(د) دراسة الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس •

(هـ) رصد الاكليل الشمسى •

١٠ ـ الأشعة الكونية :

الهدف الرئيسى لهذا البرنامج هو محاولة ايجاد العلاقة بين الأشعة الكونية ومختلف نواحى علوم الطبيعة الأرضية عموما وطبيعة الشمس على الأخص وينتظر أن تؤدى النتائج التى تم الحصول عليها لوضع نظريات طبيعية سليمة للنظام الكهرو مغناطيسى للأرض والشمس والفراغ بين الكواكب •

١١ ـ القذائف الصاروخية والأقمار الصناعية :

يعتبر هذاالبرنامج منأهم أجزاء برنامج السنة الجيوفيزيقيه الدولية وهو يتطلب مستوى عاليا من الناحية العلمية والفنية للتغلب على المشاكل المعقدة التى سبقت اعداد واطلاق هذه القذائف والأقمار ، ذلك بالاضافة الى التكاليف الباهظة التى وقعت على كاهل الدول التى اشتركت فى تنفيذ هذا البرنامج •

وما كانت تلك الدول لتتكبد كل هذه النفقات والعناء لولا

عظم فائدة الأرصاد التى حصل عليها العالم عن طريق القذائف والأقمار لمعرفة خصائص العناصر الطبيعية التى لا تزال مجهولة كدرجة الحرارة والكثافة وضغط الهواء الجــــوى فى الطبقات العليا بالاضافة الى شـــدة الأشعة فوق البنفسجية والأشـــعة الكونية قبل تأثرها نتيجة لمرورها خلال الغلاف الجوى • زيادة على ذلك تقوم هذه الصواريخ والأقمار بجمع معلومات هامـة عن كمية الأوزون والمجال المغناطيسى للأرض فى مناطق الوهج القطبى واتجاه الرياح وتكوين الغلاف الجـوى على الارتفاعات الشـــاهقة كذلك عن طبيـــعة الجزيئات المتأينـــة فى طبقـات الأيونوسفير •

وقد اشتركت الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى والمملكة المتحـدة وفرنسـا واسـترالبا واليابان فى برنامـج القـذائف الصاروخية ، أمـا الأقمار الصناعية فقد قـام باطلاقها الاتحـاد السوفيتى والولايات المتحدة •

وقد انتهت السنة الدولية الجيوفيزيقية بنهاية سنـــة ١٩٥٨ وكان نجاحها عظيما اذ اشتركت فيـــها ٦٧ دولة من كل لون وجنس ودين ونظام متعـــاونين تعاونا تاما برغم الخـــلافات السياسية • وقد تقرر جمع المعلومات وتبادلها فى ثلاثة مراكز أحدها فى الولايات المتحدة والآخر فى الاتحـاد الســـوفيتى والثالث فى أوروبا الغربية • كما أنشئت مجلة لنشر المعلومات والأبحاث الخاصة بالسنة الجيوفيزيقية صدر منها عشرة أعـداد

وستوزع على المكتبات الرئيسية فى جميع البلدان المشتركة فيها وقد تقرر أيضا الاستمرار فى عمل خرائط مغناطيسية جديدة للأرض كما ظهرت بعض نتائج البعثات القطبية ثبت فيـــها أن المنطقة القطبية الجنوبية أبرد كثيرا من المنطقة الشمالية وقـــد بلغت المصاريف الرئيسية للسنة الجيوفيزيقية الدولية ١٦٠ ألف دولار اشترك فى تحملها الاتحادات العلمية الدولية وهيئـة اليونيسكو والدول المشتركة فى المشروع هذا بخلاف النفقـات الباهظة التى تحملتها الدول الكبرى لاطـــلاق الصـــواريخ والأقمار .

ملحق رقم ٢

الأقمار الصناعية

فى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ وقع أخطر حـــدث فى تاريخ العلوم ألا وهو اطلاق القمر الصناعي الروسى الأول الذى أطلق عليه اسم سبوتنك ١ (Sputnik I) واعتبــر بذلك مقدمة لغزو الانسان للفضاء • وتحققت أول خطوة فى سبيل تحقيق أحلام العلماء الذين تنبأوا بهذا الحدث الهـــام • وقد رأينا فى هذا الكتاب ما يمكن لهذه الأقمار أن تحققه لنا من مكاسب علمية لا يمكن تحقيقها بأية وسيـــــلة أخرى اذ أن القذائف الصاروخية وان كانت تصل منذ زمن الى طبقات الجو العليا الا أنها لا تظل على هذه الارتفاعات سوى زمن يســـير لا يمكنها من التقاط معلومات ذات قيمـــة ، بعكس الأقـــمار الصناعية التى تظل على ارتفاعها لمدة شهور أو سنين وتغطى سطح الكرة الأرضية جميعا لو اختير ميل مدارها على محـــور الأرض الاختيار المناسب •

وفيما يلى ملخص لمـــا نشر عن هذه الأقمار :

الأقمار الروسية :

أعلن الاتحاد السوفيتى فى اجتماع اللجنة الخاصة للســـنة الدولية للطبيعة الأرضية فى برشلونة عام ١٩٥٦ عن عزمه على اطلاق أقمار صناعية أثناء هذه السنة للتعاون مع برامج هـــذه السنة • وقد نفذ الاتحاد السوفيتى وعده باطلاق القمرالصناعى

الأول سبوتنك ١ فى ٤/١٠/١٩٥٧ وقد كان اطلاقه بعد أقل من شهر من حلول الذكرى المئوية لميلاد العالم الروسى الكبير كونستنتاين تسيولكوفسكى (Konstantin Ziolkowsky) وتقع فى ١٧/٩/١٩٥٧ وهو أول من بحث موضـوع السفر فى الفضاء واستخدام الصواريخ لهذا الغرض ٠

القمر السوفيتى الأول (Sputnik I)

هو أول قمر صناعى أطلق من الأرض الى الفضاء الخارجى وقد أطلق فى الرابع من أكتوبر سنة ١٩٥٧ وقد أكسـبه الصاروخ الحامل الذى كان مثبتا فى مقدمته تحت غلافه الواقى سرعة ٨٠٠٠ متر فى الثانية (أى حوالى ١٨ر٠٠٠ ميل/الساعة) ٠٠ وعند انتهاء فترة الاطلاق ووقوف محركات المرحلة الأخيرة أطلق الغلاف الواقى بعيدا وانفصل القمر عن الصاروخ وبدأ فى الدوران المستقل ٠

مدار القمر : أطلق هذا القمر فى مدار بيضـاوى تقع الأرض فى أحد بؤرتيه وهو يميل على خط استواء الأرض بمقدار ٦٥° وقد بلغ القمر أقصى ارتفاع له وهو ٥٩٠ كيلو مترا فوق نصف الكرة الجنوبى ، وأقل ارتفاع له وهو ٢٢٦ كيلو مترا فوق نصف الكرة الشمالى ٠ وقد أتم القمر دورته الأول فى زمن قدره ٩٦ دقيقة ٠

وفى أول الأمر كان كل من القمر وغلافه الواقى والمرحـلة

الأخيرة من الصاروخ الحامل تدور معا حول الأرض غير أن الاختلاف الطفيف في سرعاتها نتيجة لسرعة الانفصال علاوة على اختلاف مساحات تعرضها لمقاومة الهواء واختلاف كتلاتها قد أدت الى انفصالها عن بعضها البعض وقد بدأ الصاروخ الحامل ، الذى كان أسهل هذه الأجسام الثلاثة فى المراقبة بالنظر لكبر حجمه بدأ فى الانخفاض بسرعة وبذلك قصرت فترة دورانه حول الأرض وظهر كأنه يسبق القمر حتى دخل طبقات الجو الكثيفة واحترق فى تاريخ ٣٠ من نوفمبر سنة ١٩٥٧ . أما القمر نفسه فقد بدأ مداره فى الاستدارة تدريجيا نتيجة لمروره عند أقرب نقطة من مداره فى طبقات كثيفة من الجو خففت سرعته واستمر هذا التغيير فى مداره الى أن دخل طبقات الجو الكثيفة واحترق بتاريخ ٤ يناير سنة ١٩٥٨ على الأغلب أى بعد مرور ثلاثة شهور على اطلاقه تقريبا .

وصف القمر :

صنع هذا القمر على شكل كرة من سبائك الألومنيوم وقد ثبت عليها أربعة قضبان تعمل كهوائيات لأجهزته اللاسلكية . وكان سطح القمر مصقولا صقلا جيدا وقد وضعت بداخله جميع الأجهزة وملىء قبل اطلاقه بغاز الأزوت . كما بلغ قطر هذا القمر ٥٨ سنتيمتر أما وزنه فكان ٨٣٫٦ كيلو جراما .

وقد استخدم الأزوت كعازل حرارى بين جدار القمر

الخارجى والأجهزة ليحتفظ بدرجة الحرارة اللازمة لعمل الأجهزة العلمية الموجودة فيه وذلك باجبار هذا الأزوت على الدوران داخل الغلاف ليساوى حرارة جميع أجزاء القمر •

زود هذاالقمر بجهازى ارسال لاسلكى يبلغ تردد موجاتهما ٢٠٫٠٠٥ و ٤٠٫٠٠٢ ميجاسيكل أى ١٥ و ٧٫٥ مترا على الترتيب • وقد كانت اشارة الجهاز الأول تطلق فى فترات صمت الجهاز الثانى • أما الاشارات فكانت على شكل نبضات يبلغ زمنها ٠٫٣ من الثانية يليها فترات صمت طولها ٠٫٣ من الثانية أيضا • وقد كانت ترددات هذه الأجهزة تتغير حسب معلومات الأجهزة الموضوعة بالقمر وهى أجهزة لقياس الضغط والحرارة داخل القمر وصدمات الشهب • أما حساب الكثافة فقد أجريت من دراسة مدار القمر • وقد استمرت أجهزة القمر اللاسلكية فى العمل مدة ٢٣ يوما حتى فرغت بطارياته • ومن الطريف أنه لم يسجل خلال هذه الفترة ولا صدمة مع أى أجسام شهبية •

القمر السوفيتى الثانى (Sputnik 2)

جاء هذا القمر سريعا فى أعقاب القمر الأول اذ أطلق فى الثالث من نوفمبر سنة ١٩٥٧ أى قبل مرور شهر على القمر الأول وقد لفت الأنظار لثلاثة أسباب :

١ ــ أنه يزن ستة أضعاف القمر الأول (وحوالى ٥٠ ضعف

الأقمار الأمريكية)

٢ ـ أنه تلا الأول بوقت قصير •

٣ ـ أنه كان يحمل حيوانا هو الكلبة لايكا •

ان الصاروخ الذى أطلق هذا القمر كان أقوى كثيرا من الصاروخ الأول والدليل على ذلك كبر الوزن الدافع أى وزن القمر علاوة على كبر الارتفاع الذى وصل اليه (بلغ أكبر ارتفاع له حوالى ١٧٠٠ كيلو متر)

وقد لاحظ السوفييت من تجربتهم الأولى أن المرحلة الأخيرة من الصاروخ كانت أسهل فى المراقبة من القمر نفسه ، لذلك جعلوا المرحلة الأخيره من الصاروخ تحمل الأجهزة العلميه وبذلك أصبحت هى القمر الصناعى ولو أن المخروط الواقى فصل بعد وصول القمر الى مداره •

مدار القمر الثانى : أطلق هذا القمر فى مدار مشابه للقمر الأول وان كانت زاوية ميله على الاستواء ٦٢ر٤ ٥ فقط كما أن زمن أول دورة حول الأرض بلغ ١٠٣ر٧ دقيقة وبلغ أقصى ارتفاع له ١٦٦٤ كيلو متر وأقل ارتفاع ٢٢٥ كيلو متر أى أن مداره كان أكثر استطالة من مدار القمر الأول • وأخذ مدار هذا القمر فى التغير حتى دخل طبقات الجو الكثيفة واحترق فى الرابع عشر من ابريل سنة ١٩٥٨ •

وصف القمر الثانى : كان شكل هذا القمر اسطوانيا ذا طرف مخروطى ويبلغ طوله ٥ر٨ مترا تقريبا أما أكبر قطر له فهو ١ر٢ مترا تقريبا أما وزنه فيبلغ ٥٠٨ر٣ كيلو جراما •

وقد زود هذا القمر بخلايا ضوئية وعدسات ضوئية لعزل الأجزاء المختلفة من طيف الاشعاعات الشمسية وقد وضعت بزوايا ١٢٠° من بعضها البعض لقياس جميع أنواع الاشعاعات الشمسية وتغير شدتها . وقد وضعت هذه المجموعة فى مقدمة القمر .

ويتكون الجزء الثانى من القمر من غرفة كروية محكمة الاقفال وقد وضع بها جهازا ارسال يعملان على نفس موجات القمر الأول وان كان الجهاز الثانى فى هذا القمر وطول موجته ٧ر٥ مترا كان يرسل اشارة مستمرة بدلا من النبضات المستخدمة فى القمر الأول كما وضعت فى هذه الغرفة البطاريات وأجهزة قياس الضغط والحرارة ومنظم الحرارة داخل القمر (ويعمل بادارة تيار من الأزوت فى داخل القمر كما هو الحال فى القمر الأول) وقد وضعا فى اتجاهين متعامدين بجهازين لقياس الأشعة الكونية وقد وضعا فى اتجاهين متعامدين وقد تضمنت التجارب التى قام بها القمر قياس الأشعة الكونية والاشعاعات الشمسية والأشعة فوق البنفسجية والاشعاع الجزئى كما قام بقراءات للحرارة والضغط .

أما التجربة الرئيسية لهذا القمر فقد كانت بيولوجية لدراسة تأثير عوامل السفر فى الفضاء على كائن حى وهو الكلبة لايكا . وقد وضعت هذه الكلبة فى حجرة محكمة خلف الحجرة السابقة وقد زودت بأجهزة لقياس النشاط الفسيولوجى للكلبة لايكا علاوة على أجهزة لتنقية الهواء وتغذية الكلبة وازالة

افرازاتها • وقد سجلت هذه الأجهزة معلـــومات عن نبض وضغط دم ودورة لايكا الهضمية وقد أرسلت هذه المعلـومات الى الأرض عن طريق أجهزة الارسال وتجرى دراستها •

وقد جاءت هذه التجربة بعد تدريب لايكا زمنا طويلا حتى تتحمل البقاء داخل غرفة صغيرة وقتا ممتدا ولكى تعتاد عـلى وضعها فى حزام خاص وتثبيت الأجهزة المختلفة لأعضـــاء جسمها •

ومما يمكن الجزم به الآن أن لايكا استطاعت أن تتحمـــل تسارع الاطلاق بصورة جيدة كما لم تؤثر عليها حالة انعدام الوزن أى تأثير ضار وقد ماتت لايكا اختناقا لانعدام الأكسجين بعد أن تعطل جهاز تنقية الهواء •

وقد توقفت أجهزة القمر الثانى عن الارسال بعد أسبوع من اطلاقه وهى الفترة التى حددت من قبل لاجراء التجربة •

القمر الثالث (Sputnik 3)

أطلق هذا القمر فى ١٥ مايو سـنة ١٩٥٨ وقد وضـع فى مدار يميل ٦٥° على خط الاستواء كالأقمار الســـابقة وكان مخروطى الشكل قطر قاعدته ١٫٧٣ مترا وارتفاعه ٣٫٥٧ مترا أما وزن القمر فهو ١٣٢٧ كجم ووزن الأجهزة المـــوجودة به هو ٩٦٨ كيلو جراما • وقد بلغ أقصى ارتفـــاع له ١٨٨٠ كيلو مترا أما أقل ارتفاع فهو ٢٢٥ كيلو مترا أى أن مـداره

مشابه للأقمار السابقة وان كان أكبر اتساعا ولذلك فان زمن أول دورة له حول الأرض أكبر اذ استغرقت ١٠٦ دقيقة وقد زود هذا القمر بأجهزة لقياس الآتى :

١ ـ ضغط وتكوين طبقات الجو العليا

٢ ـ تركيز الأيونات الموجبة •

٣ ـ شحنة القمر الاستاتيكية والمجال الكهربائى الاستاتيكى للأرض •

٤ ـ شدة مجال الأرض المغناطيسى •

٥ ـ تركيب وتغيير الأشعة الكونية الأولية وتوزيع الفوتونات والنوايا الثقيلة فى هذه الأشعة •

٦ ـ شدة الاشعاع الجسيمى للشمس •

٧ ـ الشهب المتناهية الصغر •

٨ ـ درجة الحرارة داخل القمر وعلى سطحه •

وقد زود هذا القمر بجهاز للارسال اللاسلكى طول موجته ١٥ مترا يرسل اشارات تلغرافية قوية وقد زود بجهاز توقيت بحيث يرسل اشاراته فى أوقات محدودة كما زود علاوة على مصدر الطاقة الكهربائية الكيمائى ببطاريات تعمل بالطاقة الشمسية •

وقد احترق معمل الفضاء هذا (وهو الاسم الذى أطلق عليه لكبر حجمه وكثرة الأجهزة المركبة به) فى الخامس من ابريل عام ١٩٦٠ بعد بقائه فى الفضاء مدة ٢٢ شهر تقريبا •

والملحوظ فى هذه الأقمار الثلاثة أولا هو كبر ميل مداراتها

على خط الاستواء وهو يتطلب طاقة أكبر لاطلاقها وان كان يمكنها من المرور فوق معظم سطح الكرة الأرضيــــة • ثم نلاحظ أيضا ميل مداراتها الى البيضاوية وتشابه تلك المدارات مما يثبت أن هذا الانحراف مقصود وفائدته هي زيادة العمق الذي يمكن الحصول فيه على المعلومات الطبيعية • اذ يدخــل القمر الى مسافة كبيرة داخل الغلاف الجـــوى مما يزيد من المعلومات عن طبيعة الجو وخاصة خواصه الكهربائية وكثافته • وان كان هذا في نفس الوقت هو سبب قصر عمـــر هـــذه الأقمار •

وآخر ما يستلفت الأنظار هو كبر وزن تلك الأقمار ممـا يشير الى مقدار ما وصل اليه العلماء والمهندسون السوفييت من تقدم في هندسة الصواريخ •

وقد أطلق الروس بعد ذلك صاروخا آخر هو لونيك الأول (Lunik 1) وقد تجاوز القمر وكون مدارا حول الشمس ثم أطلقوا صاروخا آخر هو لونيك الثاني (Lunik 2) وقد أصاب القمر ونشر عليه الشعار السوفيتي ثم أطلقوا أخيرا لونيك الثالث (Lunik 3) وقد دار دورة حول القمـر وصور الوجه الثاني منه وأرسل صورة الى الأرض فكانت أول مرة يرى فيها الانسان ذلك الوجه من القمر •

الأقمار الأمريكية :

في التاسع والعشرين من يوليو سنـــة ١٩٥٥ أعلن البيت الأبيض الأمريكي كما أعلن الدكتور مارســيل نيكــوليه

(Marcel Nicollet) عن اللجنة الخاصة للسنة الدولية الجيوفيزيقية ان الولايات المتحدة ستقوم كجزء من مساهمتها في السنة الدولية للطبيعة الأرضية باطلاق تابع صناعي حول الأرض . وقد كان التابع المعنى في هذا الاعلان هو المسمى الطليعة (Vanguard) وقد كونت لجنة لدراسة وتنفيذ هذا المشروع ولكنها أخفقت في اطلاقه أكثر من مرة مما اضطر الحكومة الأمريكية لأن تصرح لعلماء الجيش الأمريكي باطلاق قمر صناعي بوساطة قذيفة صاروخية مكونة من مجموعة من الصواريخ عابرة القارات والصواريخ القصيرة المدى وقد استطاع الجيش أن يطلق هذا التابع الصناعي الذي سمي المستكشف الأول (Explorer I) في آخر يناير عام ١٩٥٨ وكان هذا هو أول قمر صناعي أمريكي وقد تلا هذا القمر قمر آخر هو الطليعة ١ (Vanguard I) في ١٩٥٨/٣/١٧ ثم توالت الأقمار الأمريكية بعد ذلك باعداد كبيرة وان كانت جميعها أقمارا صغيرة ونذكر منها الرائد الرابع (Pioneer 4) وقد خرج من نطاق جاذبية الأرض وكون مدارا حول الشمس وقد كان محاولة لاصابة القمر . وآخر هذه الأقمار ويدعي سيريوس (Sirius) جهز بآلات تصوير قامت بتصوير أجزاء كبيرة من سطح الأرض وذلك لاستخدامه في دراسة التقلبات الجوية .

ان الأقمار الأمريكية تميزت جميعا بصغر حجمها وقلة

وزنها مما أدى الى عدم استطاعتها حمل كمية من الأجهـزة يمكن مقارنتها بالأقمار الروسية التى تمتاز بالضخامة • الا أن خفة الوزن هده جعلت من الممكن أن ترتفع هده الأقمار الى ارتفاعات أكبر وبذلك أطالت في عمر هذه الأقمار ومثال ذلك الطليعة الأول (Vanguard I) الذى يبلغ وزنه ٥ر١ كيلو جراما وهو وزن ضئيل جدا غير أن أقصى ارتفاع له هو ٣٩٣٢ كيلو مترا وأدنى ارتفاع هو ٦٥٤ كيلو مترا مما يضمن لهـذا القمر عمرا يقدر بنحو مائتى عام • وفيما يلى جدول يبـين المعلومات الخاصة بالتابعين الأمريكيـين المستـكشف الأول والثالث (Explorer I, 3) :

	المستكشف الأول	المستكشف الثالث
الوزن	٨ر١٣ كيلو جرام	٩ر١٣ كيلو جرام
الشكل	أسطوانى	أسطوانى
الأبعاد	١٥⅟٤سم × ٢٠٣⅟٤ سم	١٥⅟٤ × ٢٠٣⅟٤ سم
وزن الأجهزة	٥ كجم	٥ كجم
أقصى ارتفاع	٢٤١٥ كيلو مترا	٣٢٠٠ كيلو مترا
أقل ارتفاع	٣٤٩ كيلو مترا	١٦٠ كيلو مترا
زمن الدورة حول الأرض	١١٥ دقيقـــة	١١٦ دقيقـــة
العمـــر	٥ سنوات تقريبا	٩٣٠ يوما

	المستكشف الأول	المستكشف الأول
الانحراف عن خط الاســتواء	٣٤°	٣٤°

وأول ما يلفت النظر فى هذا الجدول الفرق الكبير بين عمر القمرين بالرغم من التشابه الكبير بينهما • وان سبب هــذا الفارق الكبير هو اختلاف زاوية دخول القمر فى مــداره ، فمدار القمر الأول أكثر استدارة من الثانى • وان الثانى وان كان يصل الى ارتفاع أكبر كثيرا الا أنه يدخل فى طبقات ذات كثافة كبيرة من الجو فى أقرب أوضاعه بالنسبة الى الأرض مما يؤدى الى قصر عمره •

ان الصواريخ التى تحمل الأقمار تختلف اختلافا كبــيرا فى تصميمها وان كانت جميعا تشترك فى صفة تعدد مراحلها • ويتضح هذا من مقارنة الصواريخ التى استخدمت فى رفــع الأقمار الأمريكية الى مــداراتها • فالصــاروخ الطليــعة (Vanguard) صاروخ من ثلاث مراحل مصممة خصيصــا لحمل القمر الصناعى وهى تتكون من مرحلة أولى تســتخدم الكيروسين والأكسجين السائل وتولد قوة دافعــة مقــدارها ٢٨٠٠٠ رطل أى حوالى ١٢٧٠٠ كجم • وتتكون المرحــلة الثانية من محرك يعمل بوقود من حامض النيــتريك الأبيض ومادة الدايميثيلهيدرازين (dimethyl hydrazine) وتولد

دفعا بوقود صلب مقداره ٢٨٠٠ رطل وهذه المراحل جميعا موضوعة الواحدة فوق الأخرى .

أما الصاروخ جوبيتر (س) (Jupiter.C) وهو الذي يحمل القمر المستكشف الأول والثالث الخ فهو يختلف اختلافا كبيرا فى نوع المراحل وهى أربعة كما يختلف فى طريقة تركيبها . ومرحلته الأولى محرك ردستون (Redstone) يعمل بالأكسجين والهيداين (Hydyne) بولد ٨٣٫٠٠٠ رطل من الدفع (وهذا الصاروخ معد للعمل كصاروخ عابر للقارات) . أما المرحلة الثانية فقد كونت من أحد عشر صاروخا من طراز سارجنت (Sergeant) ذى الوقود الصلب (وهو صاروخ قصير المدى) وقد وضعت هذه الصواريخ بحيث تحيط بالمرحلة الثالثة . أما هذه الأخيرة فتتكون من ثلاثة صواريخ أخرى من نفس الطراز ذى الوقود الصلب وقد أحاطت بالمرحلة الرابعة والأخيرة وهى تتكون من صاروخ واحد من نفس النوع ومثبت به القمر وأجهزته . وقد استلزم استخدام هذه الطريقة الغريبة فى التركيب ادارة مجموعة المراحل الثلاثة العليا حول محورها بسرعة ٥٦٠ لفة فى الدقيقة قبيل الاطلاق زادت الى ٧٥٠ لفة فى الدقيقة فى لحظة الاطلاق وذلك حتى يمكن الحصول على استقرار جيروسكوبى للصاروخ علاوة على ازالة احتمال انحراف الصاروخ فى حالة عدم اشتغال أحد الصواريخ التى تكون المراحل العليا . كما أن هذا الدوران يزيل تأثير أى اختلافات فى قوى دفع الصواريخ المختلفة .

وفيما يلى جدول يبين بعض خواص الصواريخ التى ذكرناها وهو يبين لنا مدى ضخامتها والفارق الكبير بين وزن الصاروخ ووزن القمر الذى يرفعه الى الفضاء .

	الصاروخ فانجارد	الصاروخ جوبتر سى
الارتفاع	٢٣ر٥ مترا	٢٢ر٩ مترا
المحيط	١١٥ سنتيمترا	١٧٧ سنتيمترا
قوة الدفع	١٢ر٧٠٠ كجم	٢٧ر٠٠٠ كجم
عدد المراحل .	٣	٤
وزن الصاروخ	١٠ر٠٠٠ كجم	٢٩ر٠٠٠ كجم
وزن القمر	١ر٥ كجم (الطليعة ١)	١٤ كجم (المستكشف ٣)

لقد تحققت أخيرا أحلام الانسان فى الوصول الى الفضاء بفضل عبقريته العلمية وبحثه الدائم وحبه للمخاطرة والتقدم . ولا ريب أن قرننا هذا سيشهد أول خروج للانسان نفسه خارج الغلاف الجوى وبدء مغامراته بين الكواكب تلك المغامرات التى مافتىء يؤلف عنها القصص الخيالية قبل أن يكون فى استطاعته تحقيقها وقد رأينا فى هذا الكتاب الكثير من الآمال والأفكار التى تداعب خيال الانسان ثم لم تمض سوى سنوات قليلة

على تأليفه حتى تحققت أول تنبؤاته وان الباقي سيتحقق بلا ريب • واننا نرجو أن يستمر الانسان فى توجيه عبقريتـــه الخلاقة فى مثل هذه النواحى التى تعود على الانسانية عامـــة بالنفع بدلا من أن يسعى فى ابتكار آلات الدمار التى قد تقوض أركان المدنية •

وفى غضون سنة ١٩٦٠ قام الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة باطلاق عدة صواريخ بعيدة المدى فى رأسها كابسولات محاولين استعادتها وقد نجحت بعض هذه المحاولات مما دعا الاتحاد السوفييتي الى اطلاق سفينة فضاء جبارة فى ١٨ أغسطس سنة ١٩٦٠ تحمل كابســولة بها كلبتان مدربتان وعدد من الفيران البيضاء والفـيران العـادية وبعض ذباب الفاكهـة « الدروسوفيلا » والميكروبات وخلايا سرطانية وأنسجة جلدية وبذور وخضر وبعض النباتات وقد اتخـذت السفيـنة مدارا دائريا على بعد ٣٠٠ كم تقريبا وبعد أن أتمت ١٨ دورة حول الأرض صدر لها الأمر بالنـزول فانفصلت الكابسـولة عن السفينة وهبطت الى الأرض • وقد كان هبوطها ناجحا لدرجة أن الحيوانات لم تصب بأى خـدش كما أن الكابسولة هبطت فى مكان يبعد عن النقطة المحددة لهبوطها بعشرة كيلو مترات فقط •

وتعتبر هذه الرحلة مرحلة هامة فى استكشاف الفضاء وهى الخطوة الأخيرة التى تمهد لخروج الانسان الى الفضاء •

وقد كانت السفينة تحمل عدا الأحياء التى ذكرناها عـــددا من الأجهزة العلمية للأغراض الآتية :

١ ـ لبحث الضوء والنوايا الثقيلة فى الأشعة الكونية الأولية .

٢ ـ لبحث أشعة الشمس السينية وفوق البنفسجية .

٣ ـ لتسجيل مستوى الأشعة الكونية فى غرفة الحيوانات .

٤ ـ أجهزة تتضمن وحدات للتحميض والتصـوير تزن ٦٠ كيلو جراما .

وقد دل النجاح الباهر لهذه التجربة على امكان التغلب عـلى عقبات جسيمة نذكر منها :

(أولا) انشاء غرفة المسافرين المحكمة الاغلاق والتحـكم فى درجة الحرارة والضغط والرطوبة وتجديد الهواء فيها .

(ثانيا) التحكم فى السرعة عند دخول السفينة الى الغلاف الجوى وتخفيضها تدريجيا لمنع الارتطام بالأرض .

(ثالثا) تصميم درع واق ضد حرارة الاحتكاك أثناء دخولها فى الغلاف الجوى وهذه واحدة من أهم العقبات التى تغلبنـــا عليها فى هذه التجربة باســـتخدام نظـــام من انقاص السرعة مصحوبا بدروع حرارية واقية .

ومما يلفت النظر الى هذه التجربة أن مدار الســـفينة كان دائريا تقريبا فلم يتجاوز الفرق بين أبعد نقطة وأقرب نقطـة

فيه ٣٣ كيلو مترا الأمر الذى يحتاج الى الكثير من المهارة والدقة فى التوجيه • والمدار الدائرى يسهل كثيرا من عمليات النزول •

وقد استخدم التليفزيون لأول مرة فى هذه الرحلة مما مكن العلماء من مشاهدة تصرفات الحيوانات فى جميع مراحلها ومقارنتها بالاشارات الواردة بالطرق الأخرى • وقد أثار اهتمامهم تصرف الحيوانات فى حالة انعدام الوزن • فقد ظلت فى البداية معلقة فى الكابينة ، ولما عاد النبض والتنفس الى الحالة الطبيعية بعد فترة الصعود المرهقة أخذت تتحرك وتعود نفسها على حالتها الجديدة ثم بدأت تأكل •

ويقوم العلماء فى الوقت الحاضر بدراسة الأشرطة التلفزيونية التى أخذت أثناء الرحلة وبدراسة أثر الرحلة على الحيوانات والنباتات وغيرها من الأحياء المشتركة فيها •

ولا ريب أن قيام الانسان برحلة طويلة المدى فى الفضاء لا بد أن يسبقه حل كثير من المشاكل ولكن النجاح التام لهذه التجربة أثبت أن لدى العلماء والمهندسين السوفييت وغيرهم أساسا نظريا وعمليا كافيا لقيام الانسان بأول رحلة فى الفضاء•

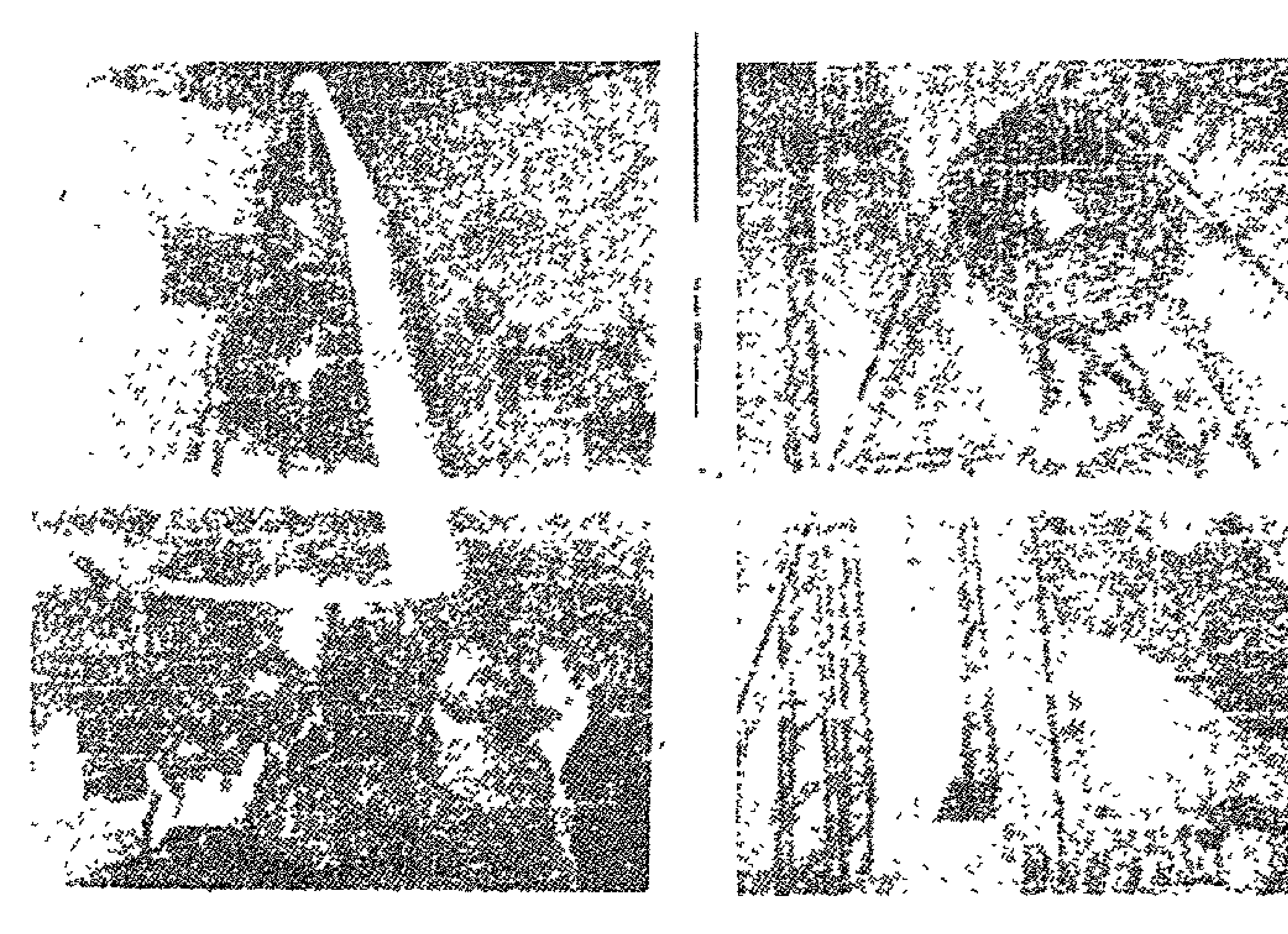
الملحق رقم ٣

بيان بالتوابع الصناعية الى آخر عام ١٩٥٩

اسم التابع	مصدره	الوزن بالكيلو جرام	ادنى ارتفاع كيلو متر	اقصى ارتفاع كيلو متر	تاريخ الاطلاق	تاريخ السقوط	ملاحظات
سبوتنك الأول	الاتحاد السوفيتي	٨٣ر٧	٢٢٧	٩٤٧	١٩٥٧/١٠/ ٤	١٩٥٨/ ١/١٠	
سبوتنك الثانى	الاتحاد السوفيتي	٥٠٢ر٩	٢٢٥	١٦٧٩	١٩٥٧/١١/ ٣	١٩٥٨/ ٤/١٢	كان يحمل كلبة « لايكا »
المستكشف الأول	الولايات المتحدة	١٣ر٨	٣٢٩	٢٤١٥	١٩٥٨/ ١/٣١	—	لم يسقط بعد وينتظر ان يعيش ٤ سنوات
الطليعة ١	الولايات المتحدة	١ر٥	٦٥٤	٣٩٣٢	١٩٥٨/ ٣/١٧	—	يقدر عمره بنحو مائتي عام
المستكشف الثالث	الولايات المتحدة	١٣ر٩	١٦٠	٣٢٠٠	١٩٥٨/ ٣/٢٦	١٩٥٨/ ٦/٢٨	
سبوتنك الثالث	الاتحاد السوفيتي	١٣٢٧	٢٢٥	١٨٨٠	١٩٥٨/ ٥/١٥	١٩٦٠/ ٤/ ٥	أكبر قمر صناعي اطلق عليه اسم « معمل الفضاء »
المستكشف الرابع	الولايات المتحدة	١٧ر٣	٢٨٣	٣١٨٨	١٩٥٨/١٢/١٨	١٩٥٩/ ١/٢١	معا
اطلس	الولايات المتحدة	٣٩١٥	١٩٨	١٥١٢			وزن القمر والمرحلة الأخيرة
					١٩٥٨/ ٧/٢٦	—	عمره ١٣ شهرا تقريبا

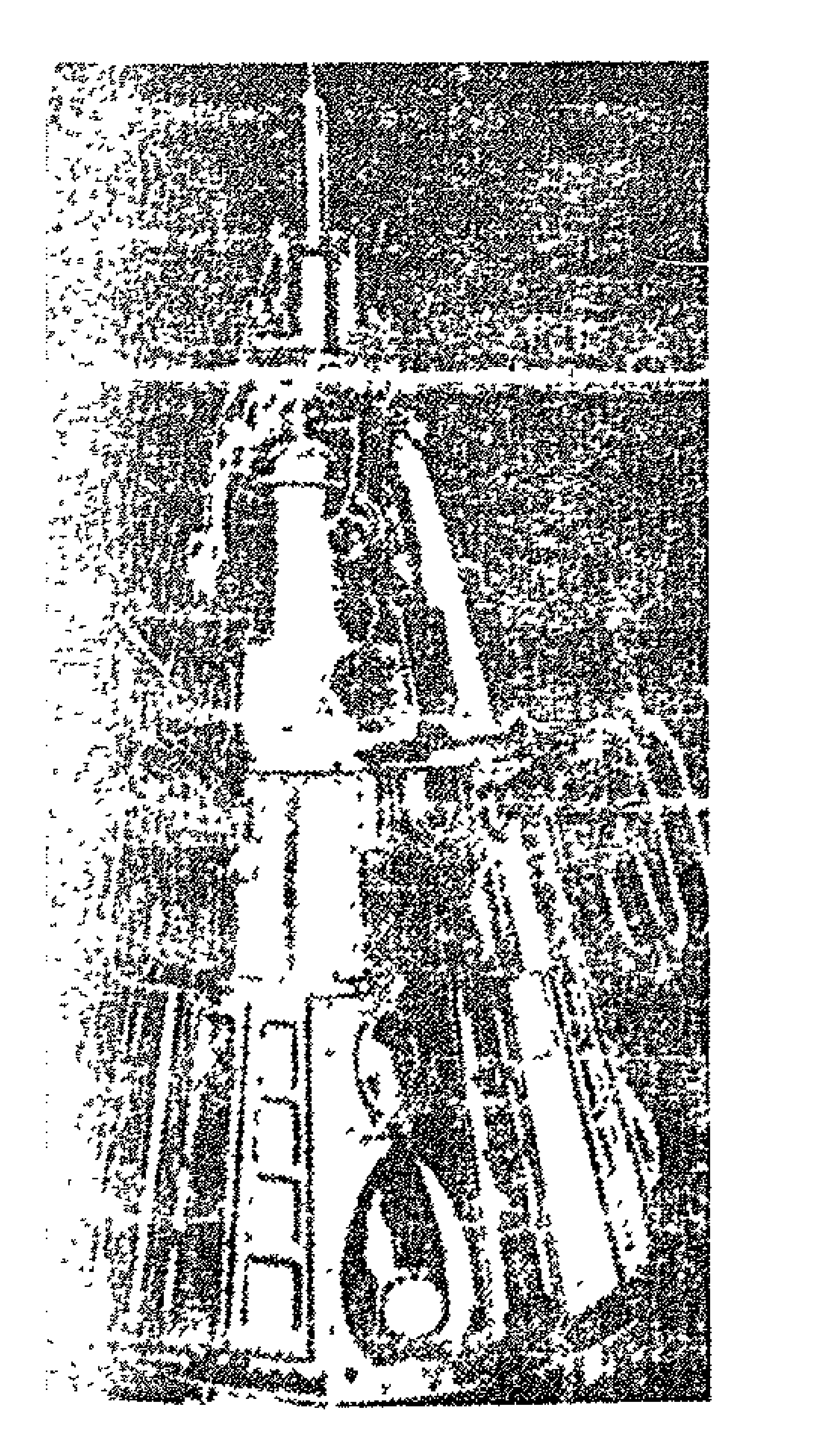
اسم التابع	مصدره	الوزن بالكيلو جرام	أدنى ارتفاع كيلو متر	أقصى ارتفاع كيلو متر	تاريخ الاطلاق	تاريخ السقوط	ملاحظات
الطليعة ٢	الولايات المتحدة	٩	٥٣٦	٣٢٨٠	٢/١٧ /١٩٥٩	=	
المستكشف الأول	الولايات المتحدة	٥٩٠	–	–	١/ ٣/ ١٩٥٩	–	بما فى ذلك وزن المرحلة الأخيرة
المستكشف الثانى	الولايات المتحدة	١٩٩ر٨	٢٤٧	٣٦١	٤/١٣ /١٩٥٩	٤/٢٦ /١٩٥٩	بما فى ذلك وزن المرحلة الأخيرة
المستكشف السادس	الولايات المتحدة	٦٤ر٥	–	–	٧ /٨/ ١٩٥٩	–	
المستكشف الخامس	الولايات المتحدة	٧٧٠	–	–	٨/١٣ /١٩٥٩	–	بما فى ذلك وزن المرحلة الأخيرة
المستكشف السادس	الولايات المتحدة	٧٧٠	–	–	٨/١٩ /١٩٥٩	–	
الطليعة الثالث	الولايات المتحدة	٤٥ر٤	=	–	٩/١٨ /١٩٥٩		
لونيك الأول	الاتحاد السوفيتى	١٤٧٢	تجاوز القمر ودار حول الشمس		٢ /١/ ١٩٥٩		

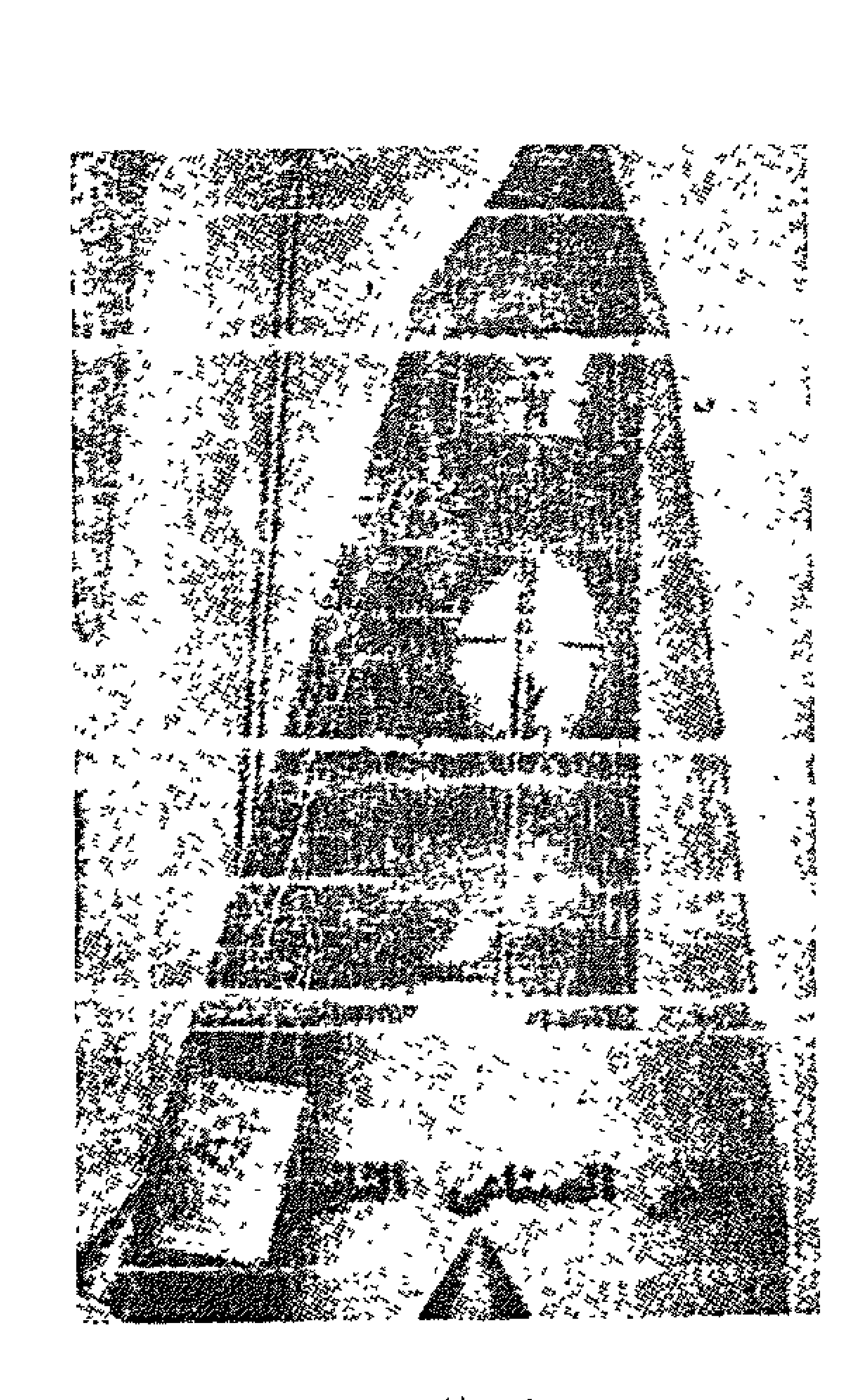
اسم التابع	مصدره	الوزن بالكيلو جرام	ادنى ارتفاع كيلو متر	اقصى ارتفاع كيلو متر	تاريخ الاطلاق	تاريخ السقوط	ملاحظات
الرائد الرابع	الولايات المتحدة	٦	تجاوز القمر ودار حول الشمس		٣ /٣ /١٩٥٩	—	
لونيك الثانى	الاتحاد السوفيتى	١٥١١	اصاب القمر		٩/١٢ /١٩٥٩	٩/١٧ /١٩٥٩	نثر الشعار الروسى على القمر
لونيك الثالث	الاتحاد السوفيتى	١٥٥٣	دار حول القمر وعاد حول الارض		٤ /١٠/١٩٥٩	—	صور الوجه الآخر للقمر

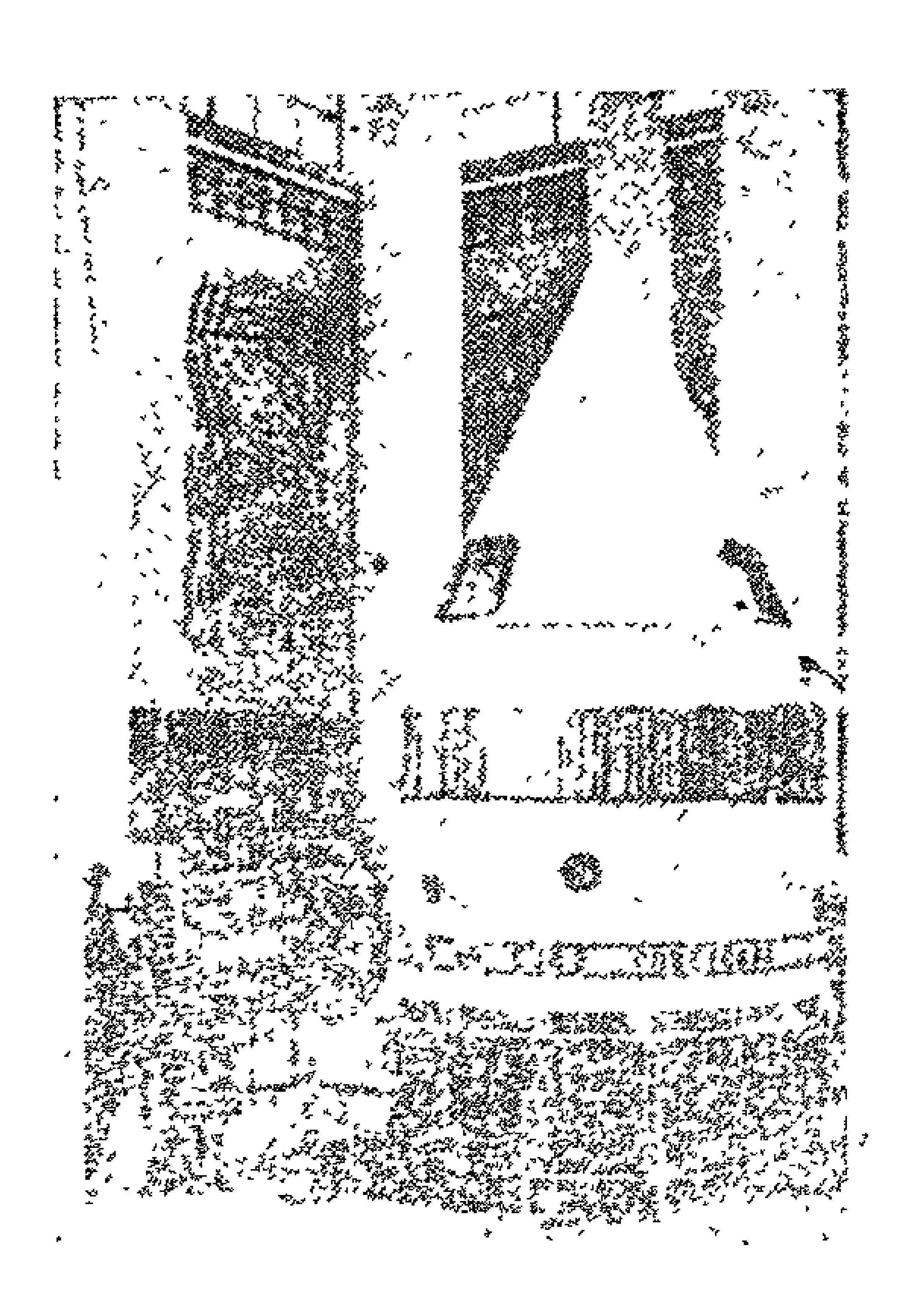


سبوتنيك الثانى
٣ نوفمبر ١٩٥٧

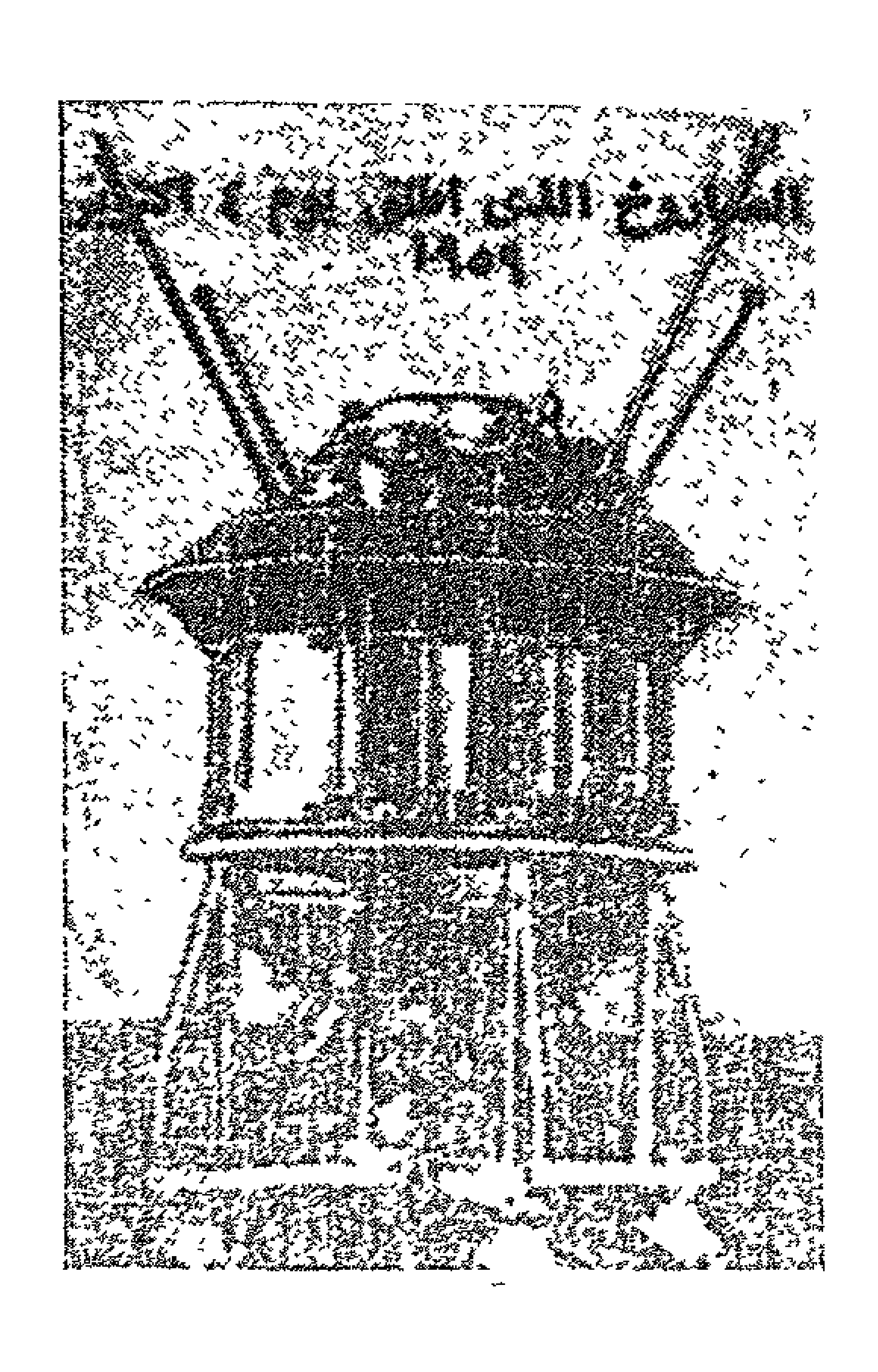
سبوتنيك الأول
٤ أكتوبر ١٩٥٧



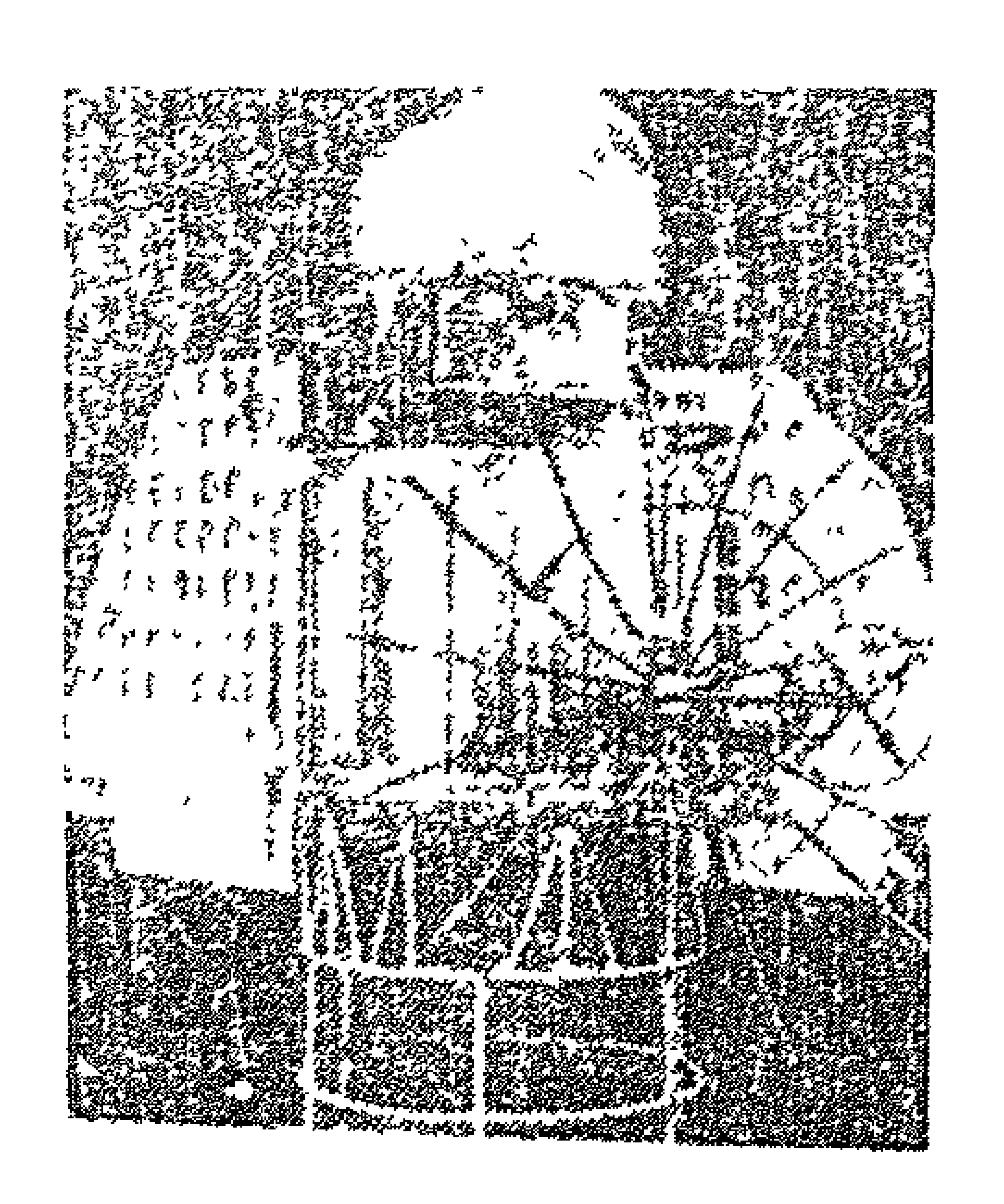




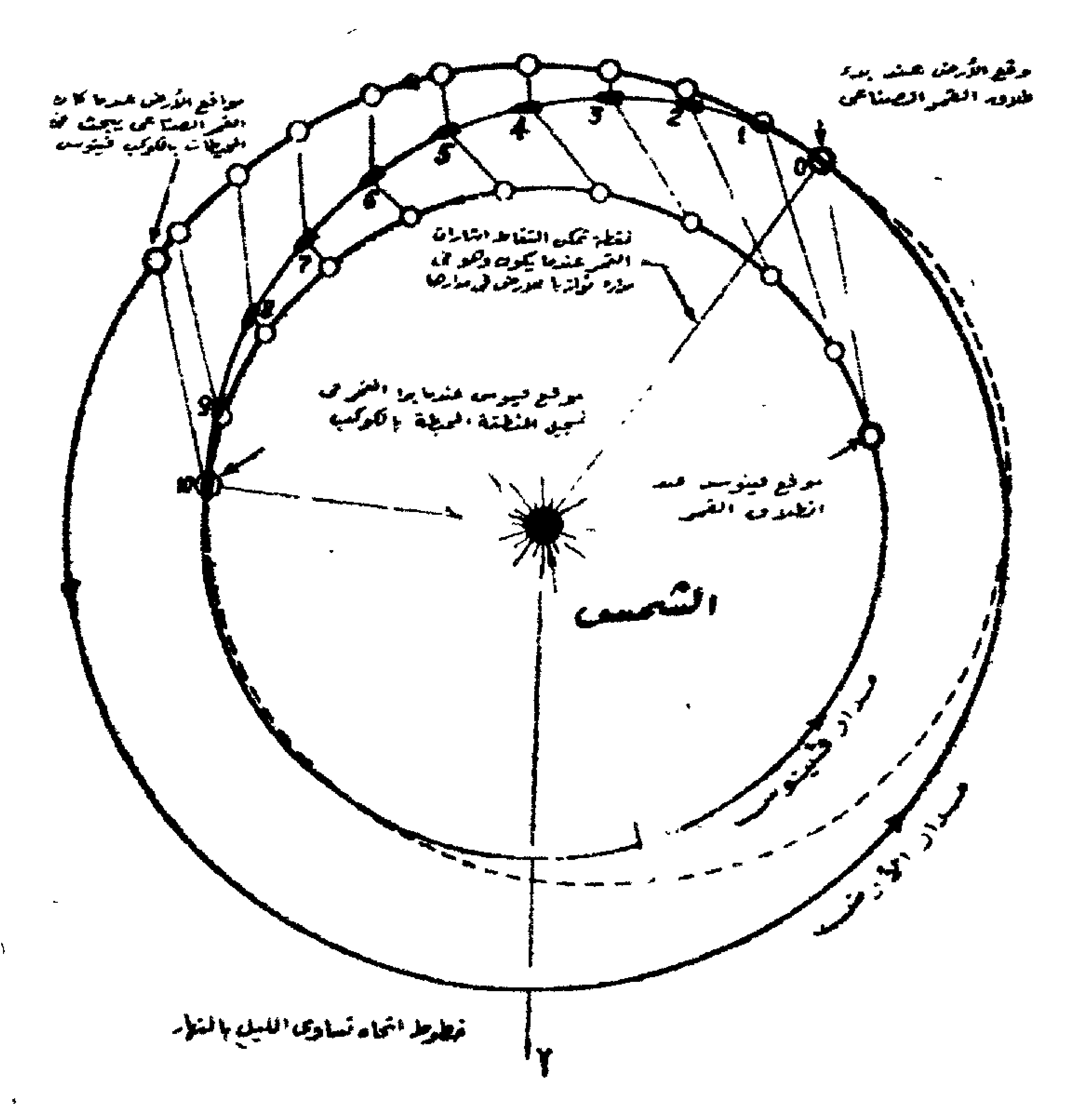
لونيك الاول الذى صور
الوجه الآخر للقمر
٢ يناير ١٩٥٩



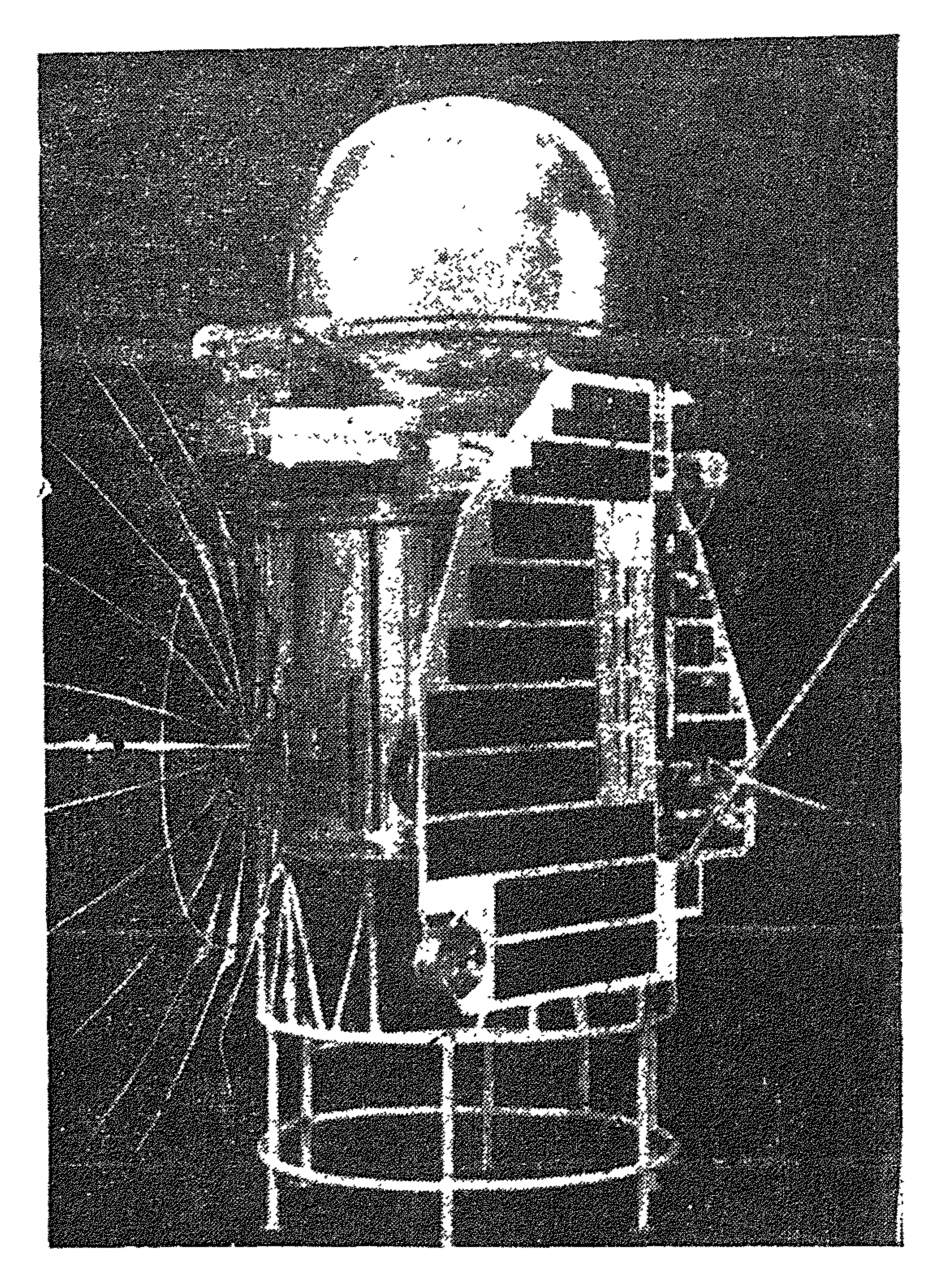
الصاروخ الذى اطلق يوم
٤ أكتوبر ١٩٥٩



الصاروخ الذى أطلق
الى كوكب الزهرة
١٣ فبراير ١٩٦١



مدار القمر الرابع وعلاقته بالكوكب فينوس



القمر الصناعى الروسى الرابع الذى أطلق
فى ٩ مارس ١٩٦١ وأستعيد

يبعد كتابة الفصول السابقة فى أواخر عام ١٩٦٠ ، وقبل مثول الكتاب للطبع ، تمت عدة انتصارات فى ميدان غزو الفضاء نورد فيما يلى أهمها :

نحو الزهرة :

أطلق الاتحاد السوفيتى سفينة فضاء الى كوكب الزهرة فى ١٢ من فبراير سنة ١٩٦١ وقد أطلقت من صاروخ اتخذ مدارا حول الأرض وأخذت اتجاه وسرعة المدار المرسوم نحو الزهرة ولكن الاتصال اللاسلكى بينها وبين الأرض انقطع بعد خمسة أيام من اطلاقها لأسباب غير معروفة • وكان من المقرر أن تصل الى الزهرة فى منتصف شهر مايو •

وفى شهر مارس من السنة نفسها أطلقت سفينة أخرى تحمل الكلبة شيرنوشكا وبعض الخلايا الحية والأجهزة العلمية واستعيدت بنجاح بعد اتمامها عدة دورات حول الأرض •

اول رجل فضاء :

وفى يوم ١٢ من ابريل سنة ١٩٦١ تم ذلك الحدث العظيم الذى تنبأ به العالم الروسى الكبير كونستانتين أ • تسيولكوفسكى منذ نصف قرن اذ قال « لن يظل الانسان الى الأبد على الأرض ففى السباق نحو الضوء والفضاء سيبدأ فى تردد بالتسلل وراء الغلاف الجوى الأرضى ثم يغزو جميع الفضاء المحيط بالشمس » •

أوقف راديو موسكو فى الساعة العاشرة من صبـــاحَ ذلك اليوم جميع اذاعاته ليعلن على العالم نبأ طيران أول انسان فى الفضاء • فقد أطلق الاتحاد السوفيتى فى الساعة التاســـعة والدقيقة السابعة من صباح ذلك اليوم حسب توقيت موســـكو سفينة للفضاء أطلق عليها اسم فوستوك (الشرق) وهى تحمل أول رجل يطير فى الفضاء وهـو الرائد الطيـــار يورى أ • جاجارين • ثم أذاع الراديو بعد فترة نبأ نزول رائد الفضاء الأول بعد اتمامه دورة حول الأرض فى زمن قدره ٨٩ دقيقة بالقرب من المكان المحدد لهبوطه فى أراضى الاتحاد السوفيتى• وقد طار جاجاين بعد ذلك الى موسكو حيث استقبل استقبال الأبطال وخرج سكان موسكو جميعا الى الشـــوارع وتعطلت جميع الأعمال احتفالا بالنصر الرائع •

سفينة الفضاء فوستوك (١) :

صممت سفينة الفضاء فوستوك نتيجة للخبرة التى اكتسبت من نتائج الأقمار المدارية الأولى وحيوانات التجارب • وقـد أطلقت مرتين للتأكد من صحة تصميمها وذلك قبل استخدامها لحمل الانسان وقد وضع بها فى المرتين دمية مكان قائد السفينة وحيوان تجارب هو الكلبة شيرنوشـــكا فى مرة والــــكلبة زفيرزودوشكا فى مرة أخرى وقد أطلقت واستعيدت بنجـاح فى المرتين •

وقد وضعت السفينة التى تزن ٤٧٢٥ كجم فى مدار حول

الأرض يميل بزاوية قدرها ٦٤ درجة وسبعة وخمسون ثانية على خط الاستواء • ووصل أقل ارتفاع للمدار ١٨١ كيلومتر وأقصى ارتفاع لها ٣٢٧ كيلو متر •

تصميم السفينة :

تتكون السفينة من جزئين رئيسيين :

ـ كبسولة قائد السفينة وبها أجهزة المحافظة على حياته وأجهزة للقيادة وأجهزة للهبوط فى الحالات الاضطرارية •

ـ قسم الآلات ويضم الآلات التى تعمل أثناء وجود المركبة فى المدار وأجهزة التحكم فى السفينة أثناء العودة • وأهم هذه الآلات هى :

١ ـ جهاز تكييف هواء وضبط الضغط الجوى وأجهزة للغذاء والماء وجهاز لازالة نفايات الجسم •
٢ ـ أجهزة السيطرة اليدوية على المركبة (لوحة قائد السفينة)
٣ ـ جهاز الهبوط الاضطرارى
٤ ـ جهاز لاسلكى للاتصال بالأرض
٥ ـ جهاز أتوماتيكى لتسجيل عمل الآلات وأجهزة رقابة •
٦ ـ جهاز تليفزيونى لملاحظة قائد السفينة من الأرض •
٧ ـ أدوات لتسجيل قيام أعضاء الجسم بوظائفها الحيوية •
٨ ـ آلات ارجاع المركبة •
٩ ـ جهاز توجيه •

١٠ ـ جهاز لمراقبة الطيران

١١ ـ جهاز لاسلكى للمقاييس المدارية

١٢ ـ جهاز لضبط درجة الحرارة

١٣ ـ مصادر اضاءة وطاقة كهربائية •

أما السطح الخارجى للمركبة فقد ثبتت عليه وحدات المراقبه وعناصر التوجيه وهوائيات الأجهزة اللاسلكية وألواح جهاز ضبط الحرارة •

أما قمرة قائد السفينة فهى قمرة فسيحة أكبر من قمرات الطائرات وقد جهزت المعدات فيها بحيث يمكن لقائد السفينة أن يقوم بجميع العمليات اللازمة دون التحرك من مقعده •

وقد جهز المقعد بالمعدات التالية :

١ ـ مسند قابل للانفصال يربط فيه قائد السفينة بأحزمة بحيث يمكن انفصاله وهبوطه بالمظلة الواقية اذا لزم الأمر •

٢ ـ مظلة واقية للهبوط •

٣ ـ أجهزة صاروخية لاطلاق المسند •

٤ ـ مستودع للطوارىء به ماء وطعام وجهاز لاسلكى للاتصال وايجاد الاتجاه لاستخدامه بعد الهبوط اذا تم الهبوط فى غير المكان المحدد له أو عند استخدام المقعد المقذوف فى حالة حدوث أى طارىء •

٥ ـ سترة فضاء وجهاز تهوية ووحدة لتموين السترة

بالأكسجين لحمـــاية الطيار فى حالة عـدم صلاحية أجهـزة ضـــغط الهواء أو فى حالة القـذف من السفينة على ارتفـاع عال •

هذا وقد جهزت السفينة بحيث يمكن أن يهبط بها قائدها أو أن ينفصل عنها على ارتفاع سبعة كيلو مترات تقريبا ويهبط بالمظلة الواقية • وقد جربت الطريقتان عمـــليا فى الأقمـــار المدارية التى استعيدت من قبل بنجاح •

وقد جهزت السفينة بجهاز لتكييف الهواء يكفل وجـــود ضغط داخل السفينة يعادل الضغط الجوى الطبيعى كما يكفـل الاحتفاظ بنسبة صحيحة للأكسجين وثانى أكســـيد الكربون بحيث لا تزيد نسبة الأخير عن واحد بالمائة • ويتم تجـــديد وامتصاص ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء واضافة الأكسجين عن طريق مركبات كيمائية شديدة الفعالية ويتم ذلك أتوماتيكيا بوساطة وحدات حساسية تتأثر بنسبة الغازات المختلفة وتقـوم بعمل التصحيحات اللازمة • وقد صممت الأجهــــزة بحيث تكون الرطوبة النسبية داخل القمرة ما بين ٣٠٪ و ٧٠٪ كذلك زودت المركبة بمرشحات تمتص الغازات الضـــارة التى قد تلوث جو القمرة نتيجة لقيام الجسم بوظائفه الطبيعية أو نتيجة لعمل الآلات المختلفة •

صممت السفينة بحيث تكون درجة الحرارة داخل قمرتها ما بين ١٠ الى ٢٢ درجة مئوية • وقـد أمكن ذلك بوســـاطة

استخدام عنصر سائل للتبريد وهو يقوم بنقل الحرارة من داخل القمرة الى خارجها حيث يمر بجهاز لتبريد الغاز السائل ويتحكم فى نسبة التبريد ألواح عاكسة مثبتة خارج المركبة للاشعاع ويتغير وضعها أتوماتيكيا لضبط درجة الحرارة •

توجيه السفينة فى الفراغ :

جهزت المركبة بوحدات رقابة على سطحها الخارجى ، الغرض منها اعادة توجيه السفينة فى الفضاء فى حالة اختلال وضعها نظرا لأهمية هذا التوجيه أثناء عملية الهبوط ويتحكم قائد السفينة فى عملية التوجيه باستخدام جهاز توجيه بصرى مركب على أحد الثقوب الموجودة بالقمرة ويتكون من عواكس وعدسات ومرشحات ضوئية تنفذ خلالها الأشعة الضوئية من خط الأفق فتظهر أمام عينى رجل الفضاء على شكل دائرة اذا كان محور السفينة العمودى فى الوضع الصحيح • كما يرى رجل الفضاء فى وسط الثقب ذلك الجزء من سطح الأرض الذى يقع تحته مباشرة ويمكنه تحديد اتجاه المحور الطولى للسفينة بمراقبة خط سيرها بالنسبة للأرض ومقارنته بخط السير المحدد من قبل والموضح على خريطة خاصة • علاوة على ذلك ثبتت فى لوحة العدادات كرة أرضية ثابتة الوضع فى الفراغ بوساطة جيروسكوبات وبواسطها يستطيع رجل الفضاء تحديد مكانه بالنسبة للأرض فى أى وقت حتى لو لم يمكنه رؤية سطحها • وهى تعمل على نفس مبدأ الأفق الصناعى المستخدم فى الطائرات •

علاوة على كل الاحتياطات السابقة جهرت السفينة بأجهزة لاسلكية بحيث يمكن مراقبتها بوساطة المحطات الأرضية فى أراضى الاتحاد السوفيتى ومراقبة خط سيرها والتأكد من مطابقته للبرنامج المحدد وكذلك لتحديد نقطة بداية الهبوط • كما زودت السفينة بجهاز برنامج الكترونى وهو يقوم بتوجيه السفينة أتوماتيكيا حسب نظام معين محدد على الأرض قبل الاطلاق •

وبالرغم من أن المقرر هو عمل دورة واحدة فقط حول الأرض فقد زودت السفينة بغذاء وماء ومواد تنقية الهواء ومصادر الطاقة الكهربائية بحيث تكفى طيران عشرة أيام •

الهبوط :

تم الهبوط بوساطة فرملة السفينة بوساطة صواريخ جهاز النزول بحيث دخلت فى هواء الغلاف الجوى بسرعة مناسبة ، ثم تم الجزء الأخير من الهبوط بوساطة المظلة الواقية • وقد نزلت السفينة وقائدها سالمين ومستعدين للانطلاق مرة أخرى •

وقد استغرقت فترة الهبوط ـ وهى أخطر مرحلة من مراحل الرحلة ـ استغرقت ثلاثين دقيقة قطعت فيها السفينة مسافة ثمانية آلاف كيلو متر • وقد شمل تصميم السفينة درعا واقيا من الحرارة العالية أثناء دخول الجو كما اشتمل أجهزة تمنع ارتفاع الحرارة داخل القمرة عن مستوى محدد عند استمرار تسخين سطحها الخارجى نتيجة للفرملة التدريجية فى الهواء الجوى •

التحضير للرحلة

كان من الضرورى قبل سفر الانسان الى الفضاء عمل دراسات شاملة لكل العوامل التى قد يتعرض لها أثناء الطيران ولتأثير هذه العوامل على الكائنات الحية .

وقد أجريت بحوث لا حصر لها بواسطة العلماء المختصين فى الطب والبيولوجيا والفسيولوجيا منذ زمن طويل على الكائنات الحية فى المعامل وأثناء انطلاقها فى صواريخ الى الطبقات العليا من الجو . وقد قلدت حالة تزايد الجاذبية باستخدام آلات القوة الطاردة المركزية فى المعامل وذلك لدراسة الحالة أثناء الانطلاق والعودة . ولكن دراسة الكائنات الحية تحت تأثير بعض العوامل مثل حالة انعدام الوزن والتعرض للأشعة الكونية لم تكن ممكنة نظرا لقصر مدى الصواريخ وقصر مدة تعرض الأحياء الموجودة بها للظروف سابقة الذكر .

ولكن الاتحاد السوفيتى قام ابتداء من عام ١٩٥٧ وخاصة بعد اطلاق القمر الصناعى الثانى ، بعمل دراسات واسعة النطاق لحالة انعدام الوزن والتعرض للأشعة الكونية وقد ثبت نتيجة لهذه التجارب امكان تعرض الكائنات الحية لحالة انعدام الوزن لفترات طويلة دون تأثر وظائفها الحيوية . كما ثبت انه من الممكن الطيران تحت حزام الأشعة الكونية دون التعرض لأى تأثيرات ضارة .

تلت هذه المرحلة التحضيرية مرحلة تصميم ووضع أنسب

المناهج لكفل الظروف الطبيعية لحياة الانسان داخل سفن الفضاء وقد تم ذلك فعلا وأجريت تجارب عملية على الحيوانات فى الأقمار الصناعية المختلفة وأثبتت صلاحية الأجهزة المختلفة للعمل •

وآخر مرحلة تحضيرية كانت مرحلة اختيار طقم سفن الفضاء وتحديد الاختبارات الطبيعية للتأكد من صلاحيتهم للطيران فى الفضاء كما تضمنت تدريب الطيارين على الأرض لتأهيلهم لمواجهة ظروف الرحلة ووضع برنامج للاشراف الطبى على صحتهم أثناء الرحلة •

اختيار رواد الفضاء :

كان لا بد أن يقوم بأول رحلة فى الفضاء رجل يدرك الأهمية الهائلة الملقاة على عاتقه ويوافق بارادته على أن يخاطر بجميع قواه وقدراته وربما حياته فى سبيل تنفيذ هذه المأثرة البارزة • وقد طلب العلماء الانتقاء على أساس علمى من بين آلاف المتطوعين لهذه الرحلة • وقد قرر العلماء أن الطيارين يتميزون بقدرات وصفات تؤهلهم للقيام بهذه المهمة • لذلك فقد أجريت اختبارات طبية ونفسية على عدد منهم لتحديد حالتهم الصحية وكشف نقط الضعف الكامنة فيهم ومقاومة الأعضاء الحية للعوامل المختلفة • ومن هذه الاختبارات تعريضهم لدرجات عالية من ندرة الهواء فى غرف للضغط وتعويضهم لتغييرات مفاجئة فى الضغط البارومترى ، ودراسة تأثرهم أثناء تنفس الأكسجين تحت ضغط عال ودراسة تأثرهم

بالقوة الطاردة المركزية • وقد اختير عدد من الطيارين نتيجة لهذه الاختبارات وبدأوا في تنفيذ برنامج تدريبي خاص تضمن الآتي :

١ ـ دراسة نظرية للمسائل الأساسية المتصلة بالسفر في الفضاء بما في ذلك الصواريخ وتصميم سفن الفضاء والفلك والجيوفيزيقيا وطب الفضاء وكذلك دراسة الأجهزة والمعدات المختلفة الخاصة بقمرة السفينة •

٢ ـ الطيران على طائرات في ظروف من انعدام الوزن لفترات تصل الى ٤٠ ثانية •

٣ ـ التدريب العملي في قمرة مماثلة لقمرة سفينة الفضاء على الأجهزة والمعدات •

٤ ـ البقاء لمدة طويلة في غرفة خاصة معزولة الصوت للتعود على ظروف الفضاء •

٥ ـ التدريب في جهاز الدوران المركزى

٦ ـ التدريب على جهاز للاهتزاز •

٧ ـ القفز بالباراشوت من الطائرات •

كما درست طرق تناول الطعام والماء والاتصال اللاسلكي والتصرفات في حالة الطوارىء التي يمكن مقابلتها •

وعلاوة على الدراسات والتدريبات السابقة خضع أفراد المجموعة المدربة لمنهج رياضي شامل يجرى يوميا لزيادة قدرة أجسامهم على تحمل ظروف الطيران المختلفة مع تخصيص تمرينات لكل حسب العيوب الجسمانية الخاصة به •

واختير من هذه المجموعة أحسن من أمضوا فترة التدريب للطيران وكان بينهم رائد الفضاء يورى جاجارين •

من هو جاجارين ؟

ولد جاجارين فى عائلة من المزارعين الجماعيين فى ٩ مارس سنة ١٩٣٤ بمنطقة سمولنسك فى جمهورية روسيا الاتحادية وقد انقطع عن الدراسة بعد دخوله المدرسة سنة ١٩٤١ نتيجة الغزو النازى ثم استأنف دراسته بعد الحرب عندما انتقلت عائلته لمدينة جيجاتسك وبعد اتمام دراسته التحق بمدرسة فنية تخرج منها سنة ١٩٥١ بامتياز كسباك معادن • ثم انتقل الى مدينة ساراتوف حيث التحق بمدرسة فنية عالية وهناك بدأ أول اتصال له بمهنة الطيران اذ بدأ فى تعلم الطيران بعد أوقات الدراسة فى نادى طيران ساراتوف •

وعند تخرجه من المدرسة الفنية سنة ١٩٥٥ غير مهنته والتحق لشغفه بالطيران بمدرسة للطيران الحربى فى مدينة أرونبورج تخرج منها فى عام ١٩٥٧ وهو عام اطلاق أول قمر صناعى • وتزوج جاجارين فى نفس ذلك العام وله الآن ابنتان •

اول رجل فضائى أمريكى :

أطلقت الولايات المتحدة عدة أقمار وتوابع صناعية للأرض للدراسات اللاسلكية والاشعاعية كما استعادت عدة كبسولات

من الفراغ • وتوجت أعمالها في هذا المجال في يوم ٥ مايو سنة ١٩٦١ باطلاق أول رجل أمريكي الى الفضاء هو الكوماندر آلن شـــبرد من طيارى البحرية وهو واحد من سبعـة تقوم الولايات المتحدة بتدريبهم منذ زمن بعيد للسفر في الفضاء •

وقد أطلق الكوماندر شبرد بواسطة صاروخ من طـــراز ردستون رأسيا من قاعدة كيب كانافرال فيولاية فلوريدا فوصل الى ارتفـــاع ١٨٤ كيلو مترا حيث انفصلت القمرة عن رأس الصاروخ وسقط سقوطا حرا الى أن نزلت السفينة في المحيط الأطلنطي بواسطة المظلة الوافية على مسـافة ٢٩٠ ميلا (٤٦٤ كيلو متر) من نقطة اطلاقه وقامت بانتشاله طائرات الهليكوبتر التيخصصت لهذا الغرض في منطقة نزوله •

وقد استمرت رحلته خمسة عشر دقيقة قضى منها ٥ دقائق في حالة انعدام الوزن • ووصلت عجلة التسارع أثناء الاطلاق الى ستة أضعاف الجاذبية الأرضية أما أثناء الهبوط فوصلت عجلة التباطؤ الى احدى عشر ضعفا للجاذبية الأرضية • وقد تحمل شبرد ظروف الضغط وانعدام الوزن بصورة جيدة وقام أثناء الرحلة بتغيير أوضاع السفينة أثناء الهبوط بواسطة أجهـــزة التحكم الخاصة بذلك بتجربتها وقد قامت بعمـــلها بصـــورة مرضية •

وبذلك قدمت الولايات المتحدة خطوة أخرى في سبيـــل غزو الانسان للفضاء •

نتائج اول رحلتين:

أظهرت لنا الرحلة الأولى للانسان نحو الفضاء قدرته على أن يتحمل بصورة طبيعية ظروف الطيران فى الفضاء وظروف الدخول في المدار والعودة الى الأرض •

كما أظهرت أن الانسان يستطيع أن يقوم بجميع أعماله الطبيعية فى حالة انعدام الوزن وانه يستطيع السيطرة على قدراته وتركيز أفكاره بصورة مرضية • وقد قام جاجارين أثناء الرحلة بالأكل والشرب وكتابة مذكراته والاتصال اللاسلكى فى جميع مراحل الرحلة •

وقد امدتنا هذه الرحلة بمعلومات هامة عن عناصر السفينة أثناء الرحلة وعن صلاحية الحلول المتبعة للتغلب على مشكلات السفر فى الفضاء • كما أكدت مرة أخرى قدرة الصاروخ الحامل ودقة التوجيه • ومن الطريف أن نعلم أن جسما وزنه كيلو جرام يحتاج لطاقة قدرها ثلاثة ملايين كيلو جرام ليصل الى سرعة ٨ كيلو متر فى الثانية وهى السرعة المدارية وليصعد لارتفاع المدار • يعنى ذلك أن سفينة الفضاء التى تزن حوالى خمسة أطنان تحتاج الى خمسة عشر ألف مليون كيلو جرام متر من الطاقة لتصعد الى مدارها وهى تعادل الطاقة التى يبذلها مائتين من الحمالين الأشداء يعملون يوميا لمدة عشر سنوات ، وينتجها محرك الصاروخ فى دقائق •

كما أن دقة اطلاق الصاروخ ذات أهمية فائقة فان خطأ

بمقدار درجة واحدة فى التوجيه أو بمقدار واحد فى المائة من السرعة قد يؤدى الى دخول السفينة فى الهواء الكثيف فى أول دورة بسرعة عالية مما يؤدى الى احتراقها •

رحلة جرس الحرية :

فى يوم ٢١ يونيو سنة ١٩٦١ أطلقت الولايات المتحدة كبسولة مشابهة للسابقة تماما وكانت تحمل رجل الفضاء الأمريكى الثانى الكابتن فيرجيل جريسوم وعمره ٣٦ سنة • وكانت رحلته مشابهة لرحلة الن شبرد فيما عدا أن الكبسولة امتلأت بالماء ولم تتمكن الطائرات الهليوكوبتر من انتشالها لزيادة وزنها فتركتها تعوص فى اليم بما فيها من الأجهزة واستقرت فى قاع المحيط • أما الملاح فقد غادر الكبسولة وانتشلته احدى الطائرات •

رحلة الفوستوك رقم ٢

وعليها رائد الفضاء الثانى جيرمان تيتوف

فى السادس من شهر أغسطس عام ١٩٦١ ، وفى الساعة التاسعة صباحا بتوقيت موسكو أطلق الاتحاد السوفيتى سفينة الفضاء فوستوك رقم ٢ وبها رجل الفضاء جيرمان ستيبانوفتش تيتوف وقد اتخذت مدارا حول الأرض بميل مقداره ٥٦ ١ ٥٦٤ درجة على خط الاستواء وبلغ أقصى ارتفاع له ٢٥٧ كيلو مترا وأدناه ١٧٨ كيلو مترا عن سطح الأرض • وقطع تيتوف فى هذه الرحلة أكثر من ٧٠٠٫٠٠٠ كيلو متر أى أكثر من المسافة الى القمر ذهابا وايابا وذلك خلال دورانه حول الأرض سبع عشر مرة خلال ٢٥ ساعة وبضع دقائق •

وقد اختلفت رحلة تيتوف عن رحلة جاجارين فى كثير من الظروف • وأهم أوجه الخلاف هو الفارق الكبير فى زمن الرحلة • فقد تعرض تيتوف لمرحلة انعدام الوزن فترة طويلة جدا مكنته من القيام بالكثير من الوظائف الحيوية أثناء انعدام الوزن •

فقد تناول تيتوف الطعام ثلاث مرات من الأنابيب المعدة لذلك وقام ببعض التمرينات الرياضة ثم نام بعد تناول الطعام لمدة سبع ساعات ونصف •

وقد تولى قيادة السفينة يدويا لفترة من الزمن لاختبـــار أجهزة التحكم فيها ثم أعادها الى وضع التوجيه من الأرض •

وكان تيتوف على اتصال دائم بالأرض وكان يحدد موضعه وصف المناظر التى تمر أمام نافذته بواســطة الراديو ودون كذلك مذكراته عن حوادث الرحلة •

بعد أن تمت الرحلة بنجاح تام هبطت السفينة الى الأرض في المكان المعين لهبوطها وقد تركها تيتوف باستخدام المقعــد المنطلق قبل وصولها الى الأرض هابطا بالباراشوت كما هبطت السفينة بجواره بدون أى حادث •

وكان أول ما قام به بعد هبوطه أن شرب كوبا من المـــاء وتحدث مع زوجته مطمئنا وكذلك تحدث مع نيكيتا خروشوف تليفونيا ثم اختفى عن الأنظار قليلا ليقوم الأطباء بفحصه لمعرفة تأثير الرحلة على أجهزته المختلفة •

وقد كان استقباله فى موسكو استقبالا حافلا قدم فيه تقريرا رسميا للرئيس خروشوف عن رحلته ثم استدار نحو عائلتــه والديه وزوجته وعانقهم طويلا •

وفى اليوم التالى عقد تيتوف مؤترا صــحفيا لممثــلى صحافة العالم قال فيه أنه شاهد القمر مرتين وشاهد سبعة عشر نهارا وليلا خلال اليوم الواحد الذى قضاه فى الفضاء • كما قال أن سفينة الفضاء كانت طوع قيادته طوال الرحلة وأنه كان يستطيع توجيهها كما يشاء وعن مرحلة انعدام الوزن فقد مر بها فترة

طويلة وقام بانجاز كل ما طلب منه بنجاح وان حالته جيدة بعد أن تمتع بقسط من الراحة . ومضى تيتوف قائلا أنه قبل رحلته كان من المعتقد أن الانسان كائن تعود على ظروف الحياة على الأرض تحت ضغط جوى يعادل وزن عامود من الزئبق ارتفاعه ٧٦ سنتيمترا وأن جميع العمليات الحيوية فى جسم الانسان تتم تحت التأثير المستمر للجاذبية الأرضية ، ولكن رحلته أظهرت عدم صحة هذا الرأى فقد استطاع أن يكيف نفسه بطريقة طيبة للغاية مع الظروف التى تعتبر غير عادية بالنسبة للكائن الأرضى . كما أنه احتفظ خلال الفترة الطويلة التى قضاها فى حالة انعدام الوزن بصفاء الذهن ودقة الحركة والسلوك العادى تماما وسرعة الاستجابة . كما أن الأجهزة المتصلة بأعضائه المختلفة كانت ترسل اشاراتها الى القاعدة ومنها ظهر أن أجهزته كانت تعمل بطريقة عادية تحت هذه الظروف .

من هو تيتوف ؟

ولد رجل الفضاء السوفيتى الثانى جيرمان شيبانوفتش تيتوف عام ١٩٣٥ فى قرية فيرخنيه‌جيلينو بمقاطعة التاى بسيبريا وكان أبوه ستيبان بافلوفتش تيتوف مدرسا للآداب واللغة الروسية وقد سماه باسم أحد شخصيات الشاعر الروسى الشهير بوشكين .. تعلم جيرمان القراءة وهو فى سن الخامسة وبدأ بقراءة

القصص الخرافية الروسية عن بساط الريح وطاقية الاخفاء وحذاء السبعة فراسخ • وكان والد جيرمان خبيرا فى القاء القصص • وعندما لاحظ اهتمام ابنه بالبطولات فى الياذة هوميروس بدأ فى أن يقص عليه قصص البطولة المختلفة للمؤلفين القدامى •

ونما تيتوف فى قريته فى وسط عظمة وضخامة المناظر الطبيعية الخلابة فى سيبيريا • وعند قيام الحرب العالمية الثانية تأثرت حياة القرية النائية فى سيبيريا برغم بعدها عن الجبهة وكان جيرمان يعمل مع أمه وهى مدرسة أيضا فى الحقول مع المزارعين الجماعيين فاشتد عوده وتعود تحمل المسئوليات •

وكان من تأثير الحرب أيضا أن بدأ تيتوف فى تتبع أبطال المعارك الجوية وكان يحلم بالقتال الجوى والطيران • وعندما لاحظ خاله الكسندر نوسوف ـ وكان طيارا واسع الخبرة ـ ميوله شجعه على دخوله مدرسة للطيران الحربى •

تخرج تيتوف من مدرسة الطيران وأصبح طيارا مقاتلا على الطائرات النفاثة فى عام ١٩٥٧ وبعد تخرجه التحق بأسراب القتال وتعرف فى مقر قيادة سربه على زوجته تمارا تشير كاس وقد أنجب ولدا مات فى الشهر السابع من عمره •

تدرب تيتوف مع جاجارين وغيرهما من ملاحى الفضاء على ظروف الطيران فى الفضاء السكونى وكان من أبرز المتدربين

فاجتذبا أنظار المسئولين واختيرا ليكونا رائدى الفضاء الأولين بعد اتمام تدريبهما الشاق •

مغزى الرحلة :

لقد ثبت من نجاح هذه الرحلة أن الانسان يستطيع أن يعيش فى الفضاء الكونى فى حالة انعدام الوزن وقتا طويلا دون أن تتأثر أجهزته الحيوية • كما أثبتت أنه يستطيع أن يفكر ويعمل بطريقة عادية ولا يتأثر بالأشعة الكونية •

ومن الجدير بالذكر أن ارتفاع السفينة فوستوك ٢ كان أقل من ارتفاع سفينة جاجارين ولم يأت هذا عفوا ولكنه ثبت أن الأرض يحيطها حزام من الاشعاعات المركزة بفعل المغناطيسية الأرضية فى مناطق معينة لذلك وجد أن أنسب ارتفاعات للطيران تكون تحت ٣٠٠ كيلو متر • كما وجد أن أقل ارتفاع يمكن للسفينة أن تستمر فى الطيران عليه دون أن تؤثر مقاومة الهواء على سرعتها وتؤدى الى نزولها هى ارتفاع ١٥٠ كيلو متر • لذلك نجد أن مدار سفن الفضاء السوفيتية التى تحمل آدميين محصور بين هذين الارتفاعين •

ويعتقد المراقبون أن الخطوة التالية ستكون رحلة تستغرق بضعة أيام قد يقوم بها اثنان أو ثلاثة من الملاحين يتناوبون العمل والنوم للتثبت من النتائج السابقة والاطمئنان على امكان القيام بالمرحلة التالية وهى الدوران حول القمر للحصول على

المعلومات اللازمة قبل النزول عليه وكشف أسراره .

رحلة سفينة الفضاء الصداقة ٧

وبها الكولونيل جون جلين

في يوم الثلاثاء ٢٠ فبراير سنة ١٩٦٢ في الساعة التاسعة والدقيقة ٤٧ بتوقيت الساحل الشرقي للولايات المتحدة أطلق في قاعدة كيب كانافيرال بولاية فلوريدا صاروخ من طراز أطلس وفي مقدمته سفينة الفضاء « الصداقة رقم ٧ » وبداخلها رائد الفضاء الأمريكي الكولونيل جون جلين . وبعد دقائق من لحظة الاطلاق اتخذت السفينة مدارا حول الأرض بلغ أقصى ارتفاع له ١٦٠ ميلا وأدنى ارتفاع ١٠٠ ميل ومتوسط سرعتها ١٧٫٥٠٠ ميل في الساعة وقد عبرت المحيط الاطلنطي الى القارة الافريقية مارة بجزر الآزور ونيجيريا وزنجبار حيث توجد محطات للمتابعة تابعة للولايات المتحدة . ثم تابعت السفينة رحلتها عابرة للمحيط الهندي ثم دخلت في منطقة الظلام . وكان قائد السفينة على اتصال دائم بقاعدة الاطلاق في كيب كانافيرال وبشبكة من محطات المتابعة وعددها ١٨ محطة منتشرة حول العالم تقوم برصد وتسجيل حركات السفينة وابلاغها الى مركز جوددارد للفضاء كما تقوم آلات حاسبة الكترونية بتحديد المدار والسرعة . ويعمل بهذه

المحطات حشد هائل من الخبراء • وأثناء مرور السـفينة فوق استراليا أضاءت مدينة بيرث أنوارها حتى يتمكن رائد الفضاء من رؤيتها • وقد طلب جلين من زميله الذى كان موجودا فى محطة المتابعة فى بيرث أن يشكر القائمين بالأمر فى المدينة • وتناول جلين طعامه وأدار السفينة حول محاورها بالجهـاز اليدوى والتقط صورا للأرض • وفى الدورة الثانية تعطـل جهاز التوجيه الآلى للسفينة واضطر جلين لاستخدام الجهـاز اليدوى • وقرر المسئولون عدم اتمام الدورة الثالثة ولكن جلين أفاد بأنه يستطيع التحكم فى السفينة بالجهاز اليدوى وأكمـل الدورة الثالثة • واستغرقت الثلاث دورات أربع ساعات و ٥٦ دقيقة • وبدأ جلين فى استخدام الصواريخ العكسية لتقليـل السرعة وهو فوق الساحل الغربى للولايات المتحدة وأخذ فى الانخفاض حتى هبط فى المحيط الأطلنطى على بعد ٨٠٠ ميل جنوب شرقى الولايات المتحدة • وكان بانتظاره فى منطقـة الهبوط حـوالى ١٥٠٠٠ شخص • والتقطت المـدمرة نوح السفينة وأخرج منها رائد الفضاء ونقل الى حامـلة الطائرات راندولف وبعد فحص طبى أولى نقل الى مستشفى البحـرية فى جزيرة تورك من جزر الباهاما حيث قام الأطباء بفحصـه فحصا دقيقا ووجدت حالته طبيعية •

سافر جلين بعد ذلك الى قاعدة كيب كانافيرال حيث استقبله الرئيس كنيدى وقلده وسام الخدمة الممتازة لشـئون الفضـاء

ثم اصطحبه في طائرته الخاصة الى واشنجطن حيث اســتقبل استقبالا شعبيا كبيرا وقدم تقريرا الى الكونجرس الأمريكى يشرح فيه رحلته كما شرح الخطوات التالية فى برنامج ميركورى حتى الوصول الى القمر • ثم عقد مؤتمرا صحفيا وأجاب عن الأسئلة الموجهة اليه •

من هو جون جلين ؟

هو أحد سبعه رجال دربتهم الولايات المتحدة وأعـــدتهم لارتياد الفضاء وهو أول طيار اختبار فى البحرية الأمريكيـــة برتبة الكولونيل • وقد اشترك فى الحرب العالمية الثانية كمـــا اشترك فى حرب كوريا •

يبلغ جون جلين الأربعين من عمره وهو متزوج وله ابن وابنة • ويعمل والده سباكا في ارلنجتن بولاية فرجينيا •

وقد ثبت من هذه الرحلات الخمس امكان قيام الانســـان برحلات فى الفضاء والبقاء فى حالة انعدام الوزن وقتا طويلا بدون أى تغيير فى حالته الصحية الفسيولوجية والعقلية •

هذا وتدور الآن بين الاتحاد السوفيتى والولايات المتحـدة الأمريكية محادثات بغرض التعاون وتوحيد الجهود فى ميدان أبحاث الفضاء • ونرجو أن تؤدى هذه المباحثات الى سرعـــة تغلب الانسان على العقبات التى تقف فى سبيل ارتياد الفضاء •

وفيما يلى جدول بالرحلات الخمس للمقارنة بينها :

وهكذا أخذ الانسان أول خطوة فى سبيل تحقيق مشروعات غزو الفضاء التى كانت تبدو خيالية أثناء كتابة هذا الكتاب وقد حان وقت وصول الانسان الى القمر والمريخ والزهرة وغيرها من كواكب المجموعة الشمسية .

ويخلق مالا تعلمون ؟

رائد الفضاء	جاجارين	شبرد	جريسوم	تيتوف	جلين
اسم السفينة	فوستوك ١	الحرية ٧	جرس الحرية	فوستوك ٢	الصداقة ٧
تاريخ الاطلاق	١٩٦١/٤/١٢	١٩٦١/٥/٥	١٩٦١/٧/٢١	١٩٦١/٨/٦	١٩٦٢/٢/٢٠
اقصى ارتفاع	٢٠٤ ميل	١١٦ ميل	١١٨ ميل	١٦٠ ميل	١٦٠ ميل
ادنى ارتفاع	١١٢ ميل	—	—	١١٠ ميل	١٠٠ ميل
اقصى سرعة	١٧٤٠٠ ميل/ساعة	٥١٠٠ ميل/ساعة	٥٢٨٠ ميل/ساعة	١٧٧٥٠ ميل/ساعة	١٧٥٠٠ميل/ساعة
وزن السفينة	١٠٤٧٠ رطل	٤٠٤ رطل	٤٣٠ رطل	١٤٦٠ رطل	٣٠٠٠ رطل
دفع الصاروخ	٨٠٠و٠٠٠ رطل	٧٨و٠٠٠ رطل	٧٨و٠٠٠ رطل	٨٠٠و٠٠٠ رطل	٣٠٠و٠٠٠ رطل
زمن الرحلة	١٠٨ دقائق	١٥ دقيقة	١٥ دقيقة	١٧ق ٢٥ساعة	٥٦ق ٤ ساعة
فترة انعدام الوزن	٨٩ دقيقة	٥ دقائق	٥ دقائق	٢٥ ساعة	٢٧٥ دقيقة

الصواريخ العربية

فى يوم السبت ٢١ يوليو سنة ١٩٦٢ توجه السيد الرئيس جمال عبد الناصر رئيس الجمهورية العربية المتحدة وصحبه الى قاعدة الصواريخ العربية حيث شاهد اطلاق الصاروخين القاهر والظافر الى أهدافهما وعرض التليفزيون العربى هذا الحدث المثير ثم جاءت المفاجأة الكبرى حيث عرضت عشرات الصواريخ فى العرض العسكرى الكبير يوم العيد العاشر للثورة مما أذهل المراقبين العسكريين والعالم أجمع ٠

وهكذا بفضل جهود العلماء والمهندسين والعمال العرب دخلت مصر

عصر الفضاء

الثمن ١٦ قرش

القاهر ٦٠٠ كيلو متر



الظافر ٢٨٠ كيلو متر